



**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
“HERMANOS SAIZ MONTES DE OCA”**

**CENTRO DE ESTUDIO DE GERENCIA, DESARROLLO
LOCAL Y TURISMO**

**Tesis presentada en opción al Título Académico de
Máster en Dirección.**

**TÍTULO: Metodología para el Diseño de un Programa de
Producción Más Limpia. Caso Estudio: Empresa Gráfica
“Impresiones del Río”.**

**Autor: Ing. Carlos Alberto Moreno Linares.
Tutor: Dr. C Raúl Ricardo Fernández Concepción.**

**Pinar del Río, Enero de 2011.
“Año 53 de la Revolución”**

AGRADECIMIENTOS

- A mi tutor, el Dr C Raúl Ricardo Fernández Concepción, por su asesoría, su aliento y dedicación para la realización de este trabajo.
- Al colectivo de profesores del Centro de Estudios de Gerencia, Desarrollo Local y Turismo, Universidad de Pinar del Río, "Hermanos Saíz Montes de Oca"
- A Tania Barrera Díaz, Ihosvany Márquez Montesinos y al resto del colectivo de trabajadores de la Empresa Grafica Impresiones del Río.
- A Didielt y Olguita, que con su ayuda y contribución llegamos a la culminación del trabajo.

A todos, mis sentidos agradecimientos

Muchas gracias

DEDICATORIA

Hay algo que sin lo cual hubiera sido imposible que existiera este momento tan especial
La Revolución cubana.

Hay personas que sin su amor, su paciencia y dedicación, hoy no podría llegar a feliz término este trabajo.

A mis padres y hermanos, por siempre señalarme el camino e inculcarme el ansia de superación.

A mis hijos que me alientan a cada instante y son la razón de mi superación.

A mi esposa, por su paciencia, aliento y amor.

RESUMEN

RESUMEN

La Producción Más Limpia no niega el crecimiento económico, insiste simplemente en que este sea ambientalmente sostenible. No debe ser considerada solamente como una estrategia ambiental, ya que también está relacionada con las consideraciones económicas. La aplicación de prácticas de Producción Más Limpia conduce a la producción de bienes y servicios con el óptimo uso de los recursos naturales y materiales bajo los actuales límites tecnológicos y económicos. Cada acción que se realice con el fin de reducir el consumo de materias primas, agua y energía y para prevenir o reducir la generación de residuos, puede aumentar la productividad y traer ventajas económicas a la empresa. La Producción Más Limpia es una estrategia de "ganar-ganar", con su aplicación se protege el medioambiente, al consumidor y al trabajador, mientras que mejora la eficiencia industrial y eleva la competitividad. Es una filosofía de mirar hacia delante, "anticipar y prevenir".

En el presente trabajo se propone una Metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones Más Limpia, para la Empresa Gráfica Impresiones del Río, que contribuya a definir y erradicar los factores que inciden negativamente en la minimización de la generación de residuos en los procesos productivos y en el reciclaje y/o reutilización adecuada de los mismos, como vía para incrementar el valor agregado de sus producciones.

Esta metodología puede ser aplicada a otras empresas de la Unión Integración Poligráfica, del Ministerio de la Industria Ligera, por sus características específicas y el alcance nacional, ramal o territorial de las mismas.

ÍNDICE

PÁGINAS

INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO 1: LAS PRODUCCIONES LIMPIAS Y SU INCIDENCIA EN LA EFICIENCIA EMPRESARIAL.....	8
1.1 Producciones Más Limpias. Orígenes.....	8
1.2 Gestión de la tecnología para enfrentar los problemas medioambientales.....	8
1.3 Conceptos de producciones más limpias	11
1.3.1 Otras definiciones de Producciones Más Limpias	16
1.3.2 Desarrollo ecológicamente sostenible.....	16
1.4 Evolución histórica de las producciones más limpias.....	18
1.5 Características de algunos instrumentos paralelos a las producciones más limpias.	21
1.6 Incentivos para la implementación de Producciones más Limpias.....	22
1.7 Dificultades para la implementación de las Producciones más Limpias.....	23
1.8 Base económica de las producciones más limpias.....	24
1.9 Producciones más limpias, Tecnología y Gestión.....	24
1.10 Residuos. Definición.....	27
1.10.1 Tipos de residuos.....	27
1.10.2 Costo total de los residuos.....	28
1.10.3 Monitoreo de los niveles de desperdicios.....	28
1.10.4 Valor agregado al costo de los desperdicios.....	29
1.11 Practicas de producción mas limpia. Conceptos básicos.....	30
1.12 Gestión Ambiental y Producciones más Limpias en la Industria Gráfica.....	34
CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA EMPRESAGRÁFICA “IMPRESIONES DEL RÍO”	38
2.1.- Caracterización de la organización.....	38
2.2.- Materiales y Métodos empleados.....	42
2.3.- Diagnóstico de la Organización.....	42

2.4.- Análisis de los resultados de la Encuesta.....	42
CAPÍTULO III: DISEÑO Y VALIDACIÓN PARA LA EMPRESA	
GRÁFICA“IMPRESIONES DEL RÍO” DE UN PROGRAMA DEPRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	54
3.1 Factores que limitan la implementación de las Producciones Más Limpias en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.....	54
3.2. Propuesta de una Metodología para desarrollar un Programa de Producción más Limpia en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.....	55
3.2.1 Pasos que integran cada una de las etapas.....	57
3.2.2 Desglose de las Etapas y Pasos de la Metodología propuesta.....	59
3.3 Validación de la Metodología para desarrollar un Programa de Producción más Limpia en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.....	92
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES.....	96
BIBLIOGRAFIA.....	97
ANEXOS	

INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

El concepto de Producciones Más Limpias, fue lanzado por vez primera en el año 1989, por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), quien ha actuado como su promotor y ha incidido en la divulgación de la información relacionada con este tema. Así, en el año 1994, surge el Programa Internacional de Producciones Más Limpias creado bajo la iniciativa conjunta del PNUMA y el ONUDI, con el objetivo de desarrollar capacidades nacionales en Producciones Más Limpias y fomentar el desarrollo industrial sostenible en países subdesarrollados.

En 1998 el PNUMA lanza la Declaración Internacional de Producciones Más Limpias, firmada por un importante número de países, organizaciones empresariales e instituciones de todo el mundo. En la actualidad Cuba también es signataria de esta Declaración, que tiene como objetivo asegurar el compromiso de los países de adoptar estrategias de Producciones Más Limpias

El PNUMA define la Producción Más Limpia como: « [...] aplicación continua de una estrategia integrada de prevención a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducirlos riesgos a la vida humana y al medio ambiente».

Este concepto fue definido sobre la base de cuatro criterios:

- puesta en práctica de una estrategia ambiental preventiva;
- conservación de materias primas y energía, la eliminación de los materiales tóxicos, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos antes de que se concluya el proceso productivo;
- reducción de los impactos en todo el ciclo de vida del producto, es decir desde que se extraen las materias primas hasta su destino final;
- así como la constante aplicación de conocimientos, mejoramiento de la tecnología y cambio de actitudes.

La Producción Más Limpia está dirigida fundamentalmente a evitar la generación de residuos y emisiones y a disminuir el consumo de materias primas, materiales auxiliares, agua y energía para contribuir así a la elevación del desempeño ambiental y económico de una organización. (Rivera, et, al., 2002; Martínez, 2005, Ochoa, 2007).

Producciones Más Limpias según Castillo (2004) y Ochoa, (2007), significa:

Para los procesos de producción:

- Ahorro de materias primas, agua y energía.
- Eliminación de materiales tóxicos.
- Reducción en cantidad y toxicidad de residuos y emisiones.

Para el diseño y desarrollo de productos

- Reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final.

Para los servicios

- Incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

Los Beneficios de la Producción Más Limpias se centran según Rivera, et, al., (2002) y Ochoa, (2007) en:

Para la empresa

- Incrementa sus beneficios económicos.
- Posibilita el acceso a nuevos mercados.
- Reduce el riesgo de sanciones de la autoridad ambiental.
- Permite la incorporación del concepto de mejoramiento continuo.
- Mejora el control de los costos y la satisfacción de criterios de inversión.

Para los clientes

- Muestra mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable.
- Incrementa la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente.
- Aumento de la vida útil del producto.
- Mayores cuidados en la disposición final del producto.
- Existe un estímulo para que la empresa piense más en el cliente y reduce el riesgo de esta de no satisfacer a sus clientes.

Para el medio ambiente

- Uso racional de materias primas y otros insumos.
- Conservación de los recursos naturales.
- Disminución y control de los contaminantes
- Armonización de las actividades con el ecosistema.

Para llevar a cabo un buen programa de Producciones Más Limpias es necesario la participación de todos los actores y niveles de la organización: consejo de dirección y los trabajadores. La dirección aprueba el programa y es la máxima responsable que este se ejecute adecuadamente. (GTZ, 2004; CNPML de Nicaragua, 2006; Ochoa, 2007).

Para este objetivo es necesario que participen representantes de las diferentes áreas. En dependencia de la complejidad del proceso, un grupo puede estar formado por:

- El coordinador ambiental.
- El responsable de seguridad y salud laboral.
- Un especialista de la dirección técnica (tecnólogo preferiblemente).
- Un especialista del área de mantenimiento.
- Un especialista de la dirección de investigación y desarrollo.
- Un operador de cada área con amplia experiencia en el proceso.
- Un especialista del área de contabilidad y economía
- El comprador de la empresa.

Etapas para la introducción de la Producciones Más Limpias en una organización:

- Disponibilidad y recogida de los datos de la organización
- Determinar en cuánto, a dónde y por qué se generan los residuos
- Generación de opciones de Producciones Más Limpias
- Factibilidad técnica, económica y ambiental
- Implementación
- Control, seguimiento, mejoramiento continuo.

La introducción de las Producciones Más Limpias en Cuba ha tenido algunas limitaciones debido a:

- Insuficiente inclusión de las Producciones Más Limpias en las estrategias ambientales vigentes, tanto nacionales como sectoriales y las territoriales.
- Forma de abordar las soluciones a los problemas ambientales enfatizando el uso de tecnologías al final el tubo, en lugar de la toma de acciones de carácter preventivo a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio.

- Carencia de recursos materiales y la necesidad de financiamiento para llevar a cabo inversiones.
- Falta de conocimiento por parte de directivos, personal técnico y demás trabajadores para entender lo que significa la aplicación de este concepto y los beneficios económicos y ambientales que reportan para la empresa cubana.

Los principios en los que se sustenta el trabajo en Producción Más Limpia en Cuba, son los siguientes:

- Correspondencia del trabajo en Producciones Más Limpias con las políticas y estrategias ambientales nacionales, sectoriales y territoriales, así como con las necesidades de nuestro desarrollo económico y social.
- Aplicación de un enfoque sectorial, que priorice las ramas de la economía de mayor relevancia desde el punto de vista ambiental y económico y fortalezca la cooperación entre las instituciones y sectores participantes.
- Difusión y generalización de los resultados obtenidos en la introducción de las Producciones Más Limpias, en beneficio de toda la sociedad y en particular del sector empresarial.
- Reconocimiento de la divulgación, capacitación e información ambiental como instrumentos indispensables para lograr procesos de cambio en el conocimiento y conciencia ambiental de los actores económicos y sociales y alcanzar los objetivos propuestos.
- Perfeccionamiento constante del trabajo en Producciones Más Limpias en correspondencia con las tendencias y enfoques vigentes en el ámbito internacional.

Como ya se mencionó la *Producción Más Limpia* como estrategia que contribuye a una adecuada gestión ambiental y permite ahorros sustanciales de recursos naturales.

Todo lo señalado anteriormente conduce a la formulación del siguiente problema científico:

PROBLEMA CIENTÍFICO: ¿Cómo lograr Producciones Mas Limpias, en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”?

OBJETO DE ESTUDIO: El proceso de Producciones Más Limpias.

HIPOTESIS: Si se diseña una Metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones Más Limpias en la Empresa Grafica “Impresiones del Río”, entonces se minimizará la generación de residuos en el proceso productivo, así como los mismos se podrán reciclar o reutilizar, contribuyendo al incremento de la eficiencia económica y de la gestión ambiental de esta entidad.

OBJETIVO GENERAL: Proponer una Metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones Más Limpias en la Empresa Grafica Impresiones del Río, para aumentar la eficiencia empresarial en su gestión y reducir los riesgos a sus trabajadores y el medio ambiente.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Establecer las bases teóricas y metodológicas para el establecimiento de un Programa de Producciones Más Limpias en la Empresa Objeto de Estudio.
2. Diagnosticar la gestión de los residuos y la actividad de Producciones Más Limpias en la Empresa.
3. Diseñar una metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones Más Limpias para la Empresa Grafica “Impresiones del Río”.
4. Validar la metodología propuesta de producciones mas limpias para la Empresa Grafica de Pinar del Río.

Aportes de la Tesis:

Desde el punto de vista práctico el estudio del tema permitirá profundizar en la situación concreta de la Gestión ambiental y la implementación de un Programa de Producciones Más Limpias como herramienta para la eficiencia empresarial en la entidad estudiada. Su valor práctico radica en la factibilidad y pertinencia demostrada de poder implementar la Metodología para el desarrollo del Programa de Producciones Más Limpias que contribuya a definir y erradicar los factores que inciden negativamente en la minimización de la generación de residuos en los

procesos productivos y en el reciclaje y/o reutilización adecuada de los mismos como vía para incrementar el valor agregado de las producciones de la referida empresa.

Resultan novedosos en este trabajo los siguientes aspectos.

- ❖ La actualización del concepto de Producciones Más Limpias como herramienta para el mejoramiento de la gestión ambiental en la empresa.
- ❖ El desarrollo de una metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones Más Limpias, el cual constituye un instrumento que puede ser generalizado en el resto de las Empresas Gráficas del país.
- ❖ Desde el punto de vista metodológico dotará de una herramienta de trabajo que permitirá, desde una óptica diferente, la toma de decisiones con una base científica en el proceso de gestión de los residuos. El valor metodológico se manifiesta en la posibilidad de integrar diferentes conceptos y herramientas en el sistema de acciones desarrollado, ordenando el proceso de Producciones Más Limpias como un elemento novedoso para la mejora de la eficiencia empresarial de las Empresas Gráficas.

Estructura de la Tesis:

La Tesis está formada por tres Capítulos:

Capítulo I: Las Producciones Más Limpias y su incidencia en la eficiencia empresarial.

En el Capítulo se presenta una panorámica de la implementación de las Tecnologías para Producciones Más Limpias y su incidencia en la eficiencia empresarial, teniendo como caso de estudio de esta investigación la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.

Capítulo II: Diagnóstico de la gestión de residuos en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.

En el Capítulo se realiza la caracterización de la Empresa objeto de estudio, así como se presentan los resultados del Diagnóstico del proceso de gestión de sus residuos con vistas a establecer las bases que permitan desarrollar un Programa de Producciones Más Limpias en función de la eficiencia y la gestión económica de la referida empresa.

Capítulo III: Propuesta de una Metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones Más Limpias en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.

En el Capítulo se presenta la propuesta de una Metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones Más Limpias para la empresa estudiada, así como su validación por métodos empíricos, con el objetivo de incrementar la eficiencia empresarial de la misma y reducir su efecto contaminador al medio.

Finalmente se ofrecen las **Conclusiones generales** y las **Recomendaciones** resultantes de la investigación realizada, cuyos principales resultados lo constituyen el informe diagnóstico de la organización tomada como caso de estudio y la metodología propuesta por el autor para implementar el proceso de Producciones Más Limpias en la referida entidad. Al final se registra la **Bibliografía basada en el estilo Vancouver** y un grupo de **Anexos** que complementan los resultados expuestos.

CAPÍTULO 1

**CAPÍTULO 1: LAS PRODUCCIONES MÁS
LIMPIAS Y SU INCIDENCIA EN LA
EFICIENCIA EMPRESARIAL.**

CAPÍTULO 1: LAS PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS Y SU INCIDENCIA EN LA EFICIENCIA EMPRESARIAL.

En el Capítulo se presenta una panorámica de la implementación de las Tecnologías para Producciones Más Limpias y su incidencia en la eficiencia empresarial, teniendo como caso de estudio de esta investigación la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.

1.1 Producciones Más Limpias. Orígenes.

El desarrollo industrial tuvo lugar en un marco económico y social en que los problemas ambientales raramente se tenían en cuenta. Las razones que lo explican son diversas: en un mundo menos poblado había otros factores de supervivencia más importantes; se desconocía la relación que existe entre polución y salud; los primeros conflictos tenían carácter local y podían resolverse también localmente, sin necesidad de parar las actividades; y también porque desde el inicio de la revolución industrial siempre se consideró que el beneficio que se obtenía de la industria era netamente superior a los inconvenientes que podía ocasionar.

Por mucho tiempo se ha visto como un ideal el hecho de que la producción de bienes y servicios no tenga una producción simultánea de residuos y desechos, pero no es algo que los planificadores tomen muy en serio. Siempre se consideró la idea como antieconómica y existía suficiente espacio disponible donde depositar los materiales no deseables. (Kingham, 2000; http://www.greenpeace.cl/html/toxicos/produccion_limpia.htm; <http://www.redpml.cu>).

Esta situación empezó a cambiar cuando la industrialización se hizo masiva y los problemas ambientales fueron mucho más evidentes al producirse los impactos dentro del perímetro de las aglomeraciones urbanas. Con el paso del tiempo, se ha tomado conciencia, paulatinamente, de la presión que ejerce la contaminación sobre los recursos naturales y la salud. (Martínez, et, al., 2005; Fernández, 2008).

Los grandes grupos económicos, después de algunos accidentes singulares y espectaculares, como los de Bophal y el del petrolero Exxon Valdez reaccionaron conjuntamente y asumieron que nadie estaba exento de tales peligros. Además de las vidas humanas y el ecoambiente, estaban en juego sus responsabilidades penales y

civiles y la imagen del grupo. Para las medianas y pequeñas empresas (las PYMES), la cosa no es tan simple. Un cambio siempre introduce incertidumbre hasta que la nueva situación no está completamente asimilada por la empresa. Solamente las empresas que se encuentran en condiciones favorables (buena tecnología y buena gestión en un mercado apropiado) pueden afrontar positivamente, e incluso sacar ventaja de la nueva situación. (Ochoa, 2007).

Cálculos sencillos del valor mercantil de los químicos que se han vertido en los desagües, apoyan la idea que tanto han sostenido los ecologistas sobre el hecho de que las emisiones, las aguas residuales y otros residuos, aparte de ser contaminantes, son un recurso no aprovechable. De pronto, la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje están presentes en las actividades cotidianas. En otras palabras, por fin se está razonando de manera más seria en producir sin desperdicios. Ya se piensa en una ***producción más limpia***.

Este cambio de actitud se volvió más evidente durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en 1992. En la *Agenda 21*, la CNUMAD le dio prioridad a la introducción de los métodos de *producción más limpia* y a las tecnologías de prevención y reciclaje, con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible. Esta prioridad se enfatizó en los *Capítulos 20, 22 y 30* de la *Agenda 21*. (Hoyt, 2000; INTI, 2002; CITMA, 2002; Yassí, et, al., 2002; Ochoa, 2007; Fernández, 2008).

1.2 Gestión de la tecnología para enfrentar los problemas medioambientales

Según Harvey, (1999); Ashton. et, al., (2000); Castillo, et, al., (2000), existen cuatro formas distintas de gestionar la tecnología para enfrentar el problema ambiental, referidas en orden creciente de interés:

1.- Remediación de los daños ambientales producidos: Este es el modelo menos deseable porque introduce la tecnología para solucionar los daños ambientales causados en lugar de evitarlos. Pueden citarse como ejemplos la rehabilitación de explotaciones mineras y la limpieza de suelos contaminados por sustancias tóxicas.

2.- Tratamiento de contaminantes al final del proceso: La tecnología se aplica después de la etapa final del proceso de fabricación para evitar la transferencia de contaminación al medio exterior, pero no evita su generación. Este es el caso de una planta de depuración de aguas residuales o de la incineración de residuos orgánicos.

3.- Prevención de la contaminación en el origen: Dentro de este concepto se pueden incluir las Producciones Más Limpias, o la valorización de subproductos.

4.- Aplicación de sistemas ecológicamente sostenibles: Su aplicación debe ir precedida por el desarrollo de los sistemas e incluye medidas de estímulo de la innovación de nuevos productos y procesos que utilicen al máximo los recursos y no produzcan más impacto residual que el asimilable por el ecoambiente. Constituye el reto para el futuro más inmediato.

En la actualidad aún existe una gran tendencia a resolver los problemas mediante tratamiento de los contaminantes después del proceso de producción. Esta solución evita intervenir en el proceso industrial en funcionamiento, pero siempre encarece el costo de la producción. Es una respuesta de tipo conservador, en general relacionada con la ausencia de un enfoque proactivo. Desde hace muchos años, ha habido voces que indicaban la necesidad de dedicar una atención preferente a la prevención de la contaminación en su punto de generación. Pero su introducción solo se está produciendo muy lentamente, desde finales de la década de los ochenta.

La lentitud de la industria en adoptar voluntariamente sistemas de gestión ambiental apropiados no es necesariamente la mejor medida económica. La adaptación por imposición lleva asociada otras seudoexternalidades debidas a mayores costos por auditorias, controles, tasas, inspecciones, consultores y juicios. La integración temprana de la apropiada gestión ambiental con las demás funciones de la gestión industrial es la forma más conveniente de alcanzar una posición óptima. Entonces, estas seudoexternalidades tendrían que ser mínimas y debidas solamente a costos rutinarios de control o asesorías racionalizadas. (Metcalf and Eddy, 1995; Castillo, 2004; GTZ, 2004; Fundación Terra, 2006; Ochoa, 2007).

1.3 Conceptos de Producción Más Limpia

El concepto de Producciones Más Limpias, fue lanzado por vez primera en el año 1989, por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), quien ha actuado como su promotor y ha incidido en la divulgación de la información relacionada con este tema. Así, en el año 1994, surge el Programa Internacional de Producciones Más Limpias creado bajo la iniciativa conjunta del PNUMA y el ONUDI, con el objetivo de desarrollar capacidades nacionales en Producciones Más Limpias y fomentar el desarrollo industrial sostenible en países subdesarrollados.

En 1998 el PNUMA lanza la Declaración Internacional de Producción Más Limpia, firmada por un importante número de países, organizaciones empresariales e instituciones de todo el mundo. En la actualidad Cuba también es signataria de esta Declaración, que tiene como objetivo asegurar el compromiso de los países de adoptar estrategias de Producciones Más Limpias.

El PNUMA define la Producción más Limpia como: «aplicación continua de una estrategia integrada de prevención a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos a la vida humana y al medio ambiente».

Este concepto fue definido sobre la base de cuatro criterios:

- puesta en práctica de una estrategia ambiental preventiva;
- conservación de materias primas y energía, la eliminación de los materiales tóxicos, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos antes de que se concluya el proceso productivo;
- reducción de los impactos en todo el ciclo de vida del producto, es decir desde que se extraen las materias primas hasta su destino final;
- así como la constante aplicación de conocimientos, mejoramiento de la tecnología y cambio de actitudes.

La Producción Más Limpia está dirigida fundamentalmente a evitar la generación de residuos y emisiones y a disminuir el consumo de materias primas, materiales auxiliares, agua y energía para contribuir así a la elevación del desempeño ambiental y económico de una organización. (Van Berkel, 1999; Rivera, et, al., 2002; Cleaner Production Global Status Report, 2002; Martínez, et, al., 2005, Ochoa, 2007).

Producción Más Limpia según Castillo, (2004) y Ochoa, (2007), significa:

Para los procesos de producción:

- Ahorro de materias primas, agua y energía.
- Eliminación de materiales tóxicos.
- Reducción en cantidad y toxicidad de residuos y emisiones.

Para el diseño y desarrollo de productos

- Reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final.

Para los servicios

- Incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios.

Los Beneficios de la Producción Más Limpia se centran según Rivera, et, al., (2002) y Ochoa, (2007) en:

Para la empresa

- Incrementa sus beneficios económicos.
- Posibilita el acceso a nuevos mercados.
- Reduce el riesgo de sanciones de la autoridad ambiental.
- Permite la incorporación del concepto de mejoramiento continuo.
- Mejora el control de los costos y la satisfacción de criterios de inversión.

Para los clientes

- Muestra mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable.
- Incrementa la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente.
- Aumento de la vida útil del producto.
- Mayores cuidados en la disposición final del producto.
- Existe un estímulo para que la empresa piense más en el cliente y reduce el riesgo de esta de no satisfacer a sus clientes.

Para el medio ambiente

- Uso racional de materias primas y otros insumos.

- Conservación de los recursos naturales.
- Disminución y control de los contaminantes
- Armonización de las actividades con el ecosistema.

Para llevar a cabo un buen programa de Producciones Más Limpias es necesario la participación de todos los actores y niveles de la organización: consejo de dirección y los trabajadores. La dirección aprueba el programa y es la máxima responsable que este se ejecute adecuadamente. (GTZ, 2004; CNPML de Nicaragua, 2006; Ochoa, 2007).

Para este objetivo es necesario que participen representantes de las diferentes áreas. En dependencia de la complejidad del proceso, un grupo puede estar formado por:

- El coordinador ambiental.
- El responsable de seguridad y salud laboral.
- Un especialista de la dirección técnica (tecnólogo preferiblemente).
- Un especialista del área de mantenimiento.
- Un especialista de la dirección de investigación y desarrollo.
- Un operador de cada área con amplia experiencia en el proceso.
- Un especialista del área de contabilidad y economía
- El comprador de la empresa.

Etapas para la introducción de la Producciones Más Limpias en una organización:

- Disponibilidad y recogida de los datos de la organización
- Determinar en cuánto, a dónde y por qué se generan los residuos
- Generación de opciones de Producciones Más Limpias
- Factibilidad técnica, económica y ambiental
- Implementación
- Control, seguimiento, mejoramiento continuo.

La introducción de las Producciones Más Limpias en Cuba según el CITMA, (1998); Rivera, et, al., (2002) y la ONE, (2006), ha tenido algunas limitaciones debido a:

- Insuficiente inclusión de las Producciones Más Limpias en las estrategias ambientales vigentes, tanto nacionales como sectoriales y las territoriales.

- Forma de abordar las soluciones a los problemas ambientales enfatizando el uso de tecnologías al final el tubo, en lugar de la toma de acciones de carácter preventivo a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio.
- Carencia de recursos materiales y la necesidad de financiamiento para llevar a cabo inversiones.
- Falta de conocimiento por parte de directivos, personal técnico y demás trabajadores para entender lo que significa la aplicación de este concepto y los beneficios económicos y ambientales que reportan para la empresa cubana.

Los principios en los que se sustenta el trabajo en Producción más Limpia en Cuba, son los siguientes:

- Correspondencia del trabajo en Producciones Más Limpias con las políticas y estrategias ambientales nacionales, sectoriales y territoriales, así como con las necesidades de nuestro desarrollo económico y social.
- Aplicación de un enfoque sectorial, que priorice las ramas de la economía de mayor relevancia desde el punto de vista ambiental y económico y fortalezca la cooperación entre las instituciones y sectores participantes.
- Difusión y generalización de los resultados obtenidos en la introducción de las Producciones Más Limpias, en beneficio de toda la sociedad y en particular del sector empresarial.
- Reconocimiento de la divulgación, capacitación e información ambiental como instrumentos indispensables para lograr procesos de cambio en el conocimiento y conciencia ambiental de los actores económicos y sociales y alcanzar los objetivos propuestos.
- Perfeccionamiento constante del trabajo en Producciones Más Limpias en correspondencia con las tendencias y enfoques vigentes en el ámbito internacional.

De forma general, la **Producción más Limpia** es un término general que describe un enfoque de medidas preventivas para la actividad industrial. Este se aplica de igual manera al sector de servicio, a los sistemas de transporte y a la agricultura. No se trata de una definición legal ni científica que pueda ser sometida a exámenes minuciosos, análisis o disputas sin sentido.

Es un término muy amplio que abarca lo que algunos países llaman minimización de desechos, elución de desechos, prevención de contaminación y otros nombres parecidos, pero también incluye algo más.

La Producción Más Limpia hace referencia a una mentalidad que enfatiza la producción de nuestros bienes y servicios con el mínimo impacto ambiental bajo la tecnología actual y límites económicos. Reconoce que la producción no puede ser absolutamente limpia. La realidad práctica asegura que habrá residuos de algún tipo, de varios procesos y productos obsoletos. Sin embargo, podemos –y debemos, esforzarnos para hacer las cosas mejor que en el pasado, si es que queremos que nuestro planeta siga siendo habitable.

La Producción Más Limpia no desconoce el progreso, sólo insiste en que el crecimiento es ecológicamente sostenible en un periodo más largo que aquél que han estado utilizando los economistas. También es importante tener una visión más clara de lo que no es la producción más limpia. Algunos conceptos erróneos populares como que el reciclaje y el tratamiento de efluentes constituyen en sí una producción más limpia, deben refutarse constantemente, puesto que muchos intereses establecidos tratan de reclasificar los programas existentes bajo un nuevo título más popular. (Van Berkel, 2000; <http://www.p2pays.org/ref/09/08853.htm>; Orcés, et, al., 2004; Jaramillo, et, al., 2006 y Ochoa, 2007).

Esta definición ha experimentado algunas modificaciones. En un seminario organizado por el PNUMA en Oxford en 1996 se definía como:

La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada de los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la ecoeficiencia y reducir el riesgo para los humanos. La producción más limpia se aplica a:

- Los procesos de producción: conserva las materias primas y la energía, elimina materias tóxicas y reduce la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos.
- Los productos: reduce los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto hasta su disposición final.
- Los servicios: incorpora la preocupación ambiental en el diseño y suministro de servicios.

1.3.1 Otras definiciones de Producciones Más Limpias:

Otros autores y organizaciones, entre los que se cuentan el CMPML, (1997); Yassi. et, al., (2002) y Castillo, (2004), han planteado diversas definiciones referidas al proceso de Producciones Más Limpias como:

- Un proceso de fabricación, o una tecnología integrada en el proceso de producción, concebida para reducir durante el propio proceso, la generación de residuos contaminantes.
- El método de fabricar productos en el que las materias primas y la energía son utilizadas en la forma más racional e integrada en el ciclo de vida materias primas-producción- consumo-recurso secundario, de manera que el impacto sobre el funcionamiento del medio ambiente sea mínimo.
- La integración de los objetivos ambientales en un proceso de producción o servicio con el fin de reducir los desperdicios y emisiones en términos de cantidad y toxicidad y por tanto reducir los costos.

1.3.2 Desarrollo ecológicamente sostenible

Existe una conciencia cada vez más generalizada que el actual sistema de producción y las pautas de consumo no son sostenibles en el futuro. Ello es más evidente a medida que muchos países en desarrollo se van incorporando progresivamente a los modelos de los países más industrializados, sin que estos hayan dejado de crecer desde el punto de vista cuantitativo.

El concepto de desarrollo ecológicamente sostenible, promocionado por la Conferencia de Río de 1992, supuso un paso adicional para introducir las Producciones Más Limpias. No se trata solamente de resolver el problema de los residuos. El posible agotamiento de los recursos no renovables, el impacto de los CFC en la capa de ozono, el impacto de los procesos de combustión en la atmósfera y el derivado efecto invernadero, entre otros, constituyen una base más que suficiente para impulsar las Producciones Más Limpias.

Uno de los objetivos del desarrollo sostenible es orientar la innovación y el avance tecnológico hasta alcanzar un nuevo equilibrio en la transformación de los recursos asimilables por los sistemas ecológicos.

Los problemas que hay que afrontar son a escala global, regional y local. Junto con la dimensión geográfica hay una dimensión del riesgo implicado que es necesario evaluar. Algunos de estos riesgos derivados del sistema productivo alcanzan el ecoambiente en general. Otros afectan específicamente a la especie humana, como son la exposición de los operarios al ambiente del puesto de trabajo o a los contaminantes del agua de beber.

Entre los actores que participan en el desarrollo sostenible se cuentan de forma muy particular los gobiernos y la industria. En el caso de los riesgos de alcance global (capa de ozono, efecto invernadero, contaminación oceánica, etc.) y regional (lluvia ácida, contaminantes transfronterizos, etc.) es necesaria además la cooperación internacional. Las Producciones Más Limpias han entrado a formar parte del conjunto de medidas adoptadas por el Sector de Producción y Servicios (SPS) para contribuir al desarrollo sostenible. (Fundación MAPFRE, 1994; CITMA, 1998; CITMA, 2002; Van Berkel, 2000; PNUMA/IMA, 2002; CPTS, 2005).

Es inexcusable no aplicar las Producciones Más Limpias donde se puede conseguir simultáneamente un beneficio económico y ambiental.

En una primera etapa, los problemas de las corrientes residuales de la industria se orientaron hacia los tratamientos después de proceso. Este modo de resolver el problema requiere recursos adicionales y, en muchos casos, termina por producir otras corrientes residuales. Su efecto se puede considerar limitado. Las Producciones Más Limpias evita los problemas en el origen en lugar de solucionarlos una vez creados y al mismo tiempo aumenta la productividad de los procesos. Sin embargo, con la tecnología actual, las Producciones Más Limpias no permite resolver más que una parte los problemas ambientales.

El óptimo económico se consigue con una combinación adecuada de Producciones Más Limpias y tratamientos de depuración, determinada por una evaluación económica de las alternativas. La innovación y el desarrollo tecnológico deben contribuir a que las Producciones Más Limpias aumenten en la combinación óptima.

Para ello es preciso que la innovación y el desarrollo tecnológico cuenten con una dirección política apropiada. Los gobiernos disponen para ello de diferentes

instrumentos políticos que incluyen las medidas legislativas y reguladoras, instrumentos económicos que van desde incentivos a tasas, el estímulo de programas empresariales voluntarios, la definición y orientación de prioridades en la política de producción y consumo, la capacidad de generación y diseminación de información o el establecimiento de una infraestructura física e institucional adecuada. La industria, por su parte, ha tomado una serie de iniciativas voluntarias con vistas a la integración de la gestión ambiental y las Producciones Más Limpias, dentro del sistema general de gestión de la empresa. (PNUMA/IMA, 2002; Yassí, et, al., 2002; Cárdenas, 2010).

Las Producciones Más Limpias de bienes y servicios es esencial para que el concepto de desarrollo sostenible se vuelva realidad. En la mayoría de los casos, las Producciones Más Limpias tienen una ventaja tanto económica como ecológica sobre los métodos tradicionales de control ambiental. Hasta la fecha, el obstáculo más importante sigue siendo el conservadurismo y la motivación humana, pero los mejores medios de divulgación de información y la adopción de tecnologías y productos que producen menos desechos, también son contribuyentes importantes para las Producciones Más Limpias. (Centro Mexicano para la Producción más Limpias, 1997; Wagner, 2007; Rizzo, 2008).

1.4 Evolución histórica de las Producciones Más Limpias

Desde hace años, algunas empresas están llevando a cabo programas de reducción de la contaminación tanto por razones económicas, como para recuperar su imagen. Al principio, la presión externa para controlar los residuos industriales se concentró en los efluentes biológicos de cervecerías, destilerías, tenerías y lavado de lanas por el riesgo sanitario y las molestias que representaban para la población. Sin embargo, ya las primeras normas de legislación ambiental impulsaban los tratamientos antes que la reducción de la contaminación. Esta política ambiental se mantuvo durante muchos años.

Los precedentes más inmediatos de las Producciones Más Limpias son la minimización de residuos y la prevención de la polución, con los cuales tiene muchos puntos en común. Sin embargo, desde los inicios de la revolución industrial se pueden encontrar antecedentes por motivos simplemente económicos. Siempre han existido

industriales que han tenido claro que reducción de desechos y mejora de los rendimientos económicos suelen ir asociados.

La industria del hierro y el acero, una de las primeras desarrolladas con la industrialización, ofrece diversos ejemplos de reducción de residuos, tales como la recuperación del polvo y la reutilización de la chatarra. Estos avances se consiguieron en asociación con la introducción de nuevas tecnologías de hornos. El horno Siemens, desarrollado en 1857, recuperaba calor residual y lo reutilizaba para precalentar aire, ahorrando combustible y el costo correspondiente. (INHEM, 1992; INE, 1999; CITMA, 2005; Fundación Terra, 2006; Colectivo de Autores, 2010).

Pero el impulso definitivo a las Producciones Más Limpias se han debido principalmente a la promulgación de una creciente legislación destinada a detener el proceso de degradación ambiental y la desventaja económica que representa utilizar solamente procesos de tratamiento, los que desde el punto de vista de su preferencia respecto al impacto ambiental que provocan, se jerarquizan como sigue:

- Reducción en el origen como la forma más deseable de gestión
- Reciclado y reutilización
- Tratamiento
- Acudir al depósito controlado, solo si no hay más remedio

Mientras tanto que la industria es la que al final debe poner en práctica las Producciones Más Limpias, el papel que tiene el gobierno es el de proveer un ambiente que acelere el proceso y que apoye a la industria para que inicie su propio programa de Producciones Más Limpias.

El rango de herramientas disponibles que intentan catalizar a la industria para que adopten las Producciones Más Limpias es grande, y varios países seleccionarán las combinaciones de herramientas que consideren más adecuadas a sus necesidades. (INE, 1999; Yassi, et, al., 2002; PNUMA/IMA, 2002; CITMA, 2005; Cárdenas, 2010).

En la publicación Estrategias y políticas gubernamentales para la producción más limpia del PNUMA/IMA, (2002), se analizaron las herramientas disponibles de acuerdo a cuatro diferentes categorías:

1. Regulaciones aplicables
2. Utilización de instrumentos económicos
3. Provisión de medidas de apoyo
4. Obtención de asistencia externa.

En los países industrializados, se han aplicado las primeras de estas tres herramientas, de manera general en el mismo orden que se muestra. La última herramienta, la cual se refiere a obtener asistencia externa, es especialmente relevante para los países en desarrollo y para aquellos que pasan por una transición económica. En otras palabras, los gobiernos han establecido, primero las regulaciones diseñadas para limitar las emisiones en el aire, agua y suelo; después han introducido instrumentos económicos que alientan la práctica de estas regulaciones y penalizan su violación; por último, han dado apoyo a las industrias para hacer que las regulaciones se cumplan más fácilmente. En el proceso, los países desarrollados han adquirido extensos y complicados sistemas de regulación.

La búsqueda de soluciones lo más integradas posible para reducir los problemas asociados a todo tipo de corrientes residuales y proteger los distintos medios ambientales (aire, agua y suelo) llevó a ampliar el concepto de minimización de residuos hasta la prevención de la contaminación. (CNMA, 1999; Castillo, et, al., 2000; Van Berkel, 2000; Hoyt, 2000; Ashton, et, al., 2000; Catálogo Europeo de Residuos, 2002; <http://www.p2pays.org/ref/09/08853.htm>, 2003; Martínez, et, al., 2005).

1.5 Características de algunos instrumentos paralelos a las Producciones Más Limpias

Paralelo al proceso de producciones limpias existen diversos instrumentos, de los cuales algunos se exponen a continuación, (Kingham, 2000; Hoyt, 2000; Castillo, 2004; Ochoa, 2007, <http://www.wagnerprintconsult.org/2008>).

Minimización de residuos: El esfuerzo organizado, sistemático, comprensivo y continuado, para reducir la generación de residuos peligrosos sin la necesidad de tratamiento final de los mismos, mediante, el diseño de nuevos procesos productivos o modificación de los existentes o reutilizando los residuos en el propio proceso o en otro.

Prevención de la contaminación: Cualquier práctica que reduce la cantidad de cualquier sustancia peligrosa, contaminante que entra en cualquier corriente o bien es emitida al ambiente antes de su reciclado, tratamiento o disposición.

Ecoeficiencia: La eficiencia en el empleo de los recursos que se alcanza mediante la reducción paulatina de las materias primas renovables y no renovables y la energía, el desarrollo de procedimientos ecológicamente y económicamente eficientes, la minimización de la contaminación del agua, el suelo y el aire y la optimización de la prevención de riesgos.

Ecología ambiental: La búsqueda de un balance desde el punto de vista ambiental, de los productos, procesos y servicios de manera que los residuos producidos por un sistema, puedan ser utilizados por otro como fuentes de materia prima y energía.

Factor 4: La forma de corregir las ineficiencias existentes en la forma actual de utilizar los recursos de modo que esta pueda cuadruplicarse, extrayendo, mas riquezas por unidad de recursos naturales utilizada.

Contaminación 0: El rediseño de los procesos industriales desde la selección de la materia prima hasta el consumo de producto de manera que aplicando modelos de transformación total, de entrada y salida y de agrupación industrial, identificando nuevas tecnologías y diseñando políticas industriales la contaminación se aproxime a 0.

Metabolismo industrial: Conjunto integrado y completo de procesos físicos aplicable en el ámbito de nación, región o entidades que convierte las materias primas y la energía, donde el control estabilizante lo suministra el componente humano, mediante balance de suministros, demanda de productos y mano de obra y mecanismos de precios.

Análisis de ciclo de vida: Un proceso objetivo que evalúa las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía, como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.

1.6 Incentivos para la implementación de Producciones Más Limpias

El primer argumento para aplicar una gestión que incluya las Producciones Más Limpias es de tipo legislativo. Pero mientras otras medidas ambientales implican un crecimiento de los costos, las Producciones Más Limpias se justifican por si sola

porque representa un beneficio empresarial, ya que sus acciones están encaminadas a la reducción de las corrientes residuales y al aumento de la productividad material y/o la seguridad del proceso.

Este beneficio se puede lograr incluso en países donde no exista legislación ambiental o, de existir, no se aplique suficientemente. Pero las oportunidades para emprender las Producciones Más Limpias son mucho mayores cuando las empresas tienen que realizar, por obligación, tratamiento de sus corrientes residuales o cuando, siguiendo el principio “quien contamina paga”, están sometidas bien al pago de un permiso o tasa, antes de liberarlas al medio externo, o bien al pago por un depósito controlado.

Los motivos económicos van acompañados cada vez más por otros, como la necesidad de conservar la imagen empresarial o las responsabilidades legales que se pueden derivar de un daño humano o ambiental provocado por una contaminación de origen identificable con la empresa. (Van Berkel, 2000; PNUMA/IMA, 2002; Yassi, et, al., 2002; Manual de energía para consultores de Producciones Más Limpias, 2006).

Algunos de los incentivos que una empresa tiene para aplicar las Producciones Más Limpias son:

- El cumplimiento de la legislación presente o previsible en un futuro próximo.
- Obtener ventajas adicionales en la obtención de renovaciones de los permisos de fabricación cuando la Administración sigue una política incentivadora de Producciones Más Limpias y aplica medidas tales como poder acogerse a trámites más simplificados.
- Lograr beneficios en la explotación y aumento de la competitividad.
- Mejora de la imagen empresarial y, asociada con ella, establecimiento de mejores relaciones con los clientes, vecinos y sociedad en general.
- Una reducción de las posibles responsabilidades civiles y penales.
- Asegurar mejores condiciones de trabajo en cuanto a higiene y seguridad.
- La reducción de la necesidad de tratamiento de efluentes, dejando capacidad disponible en las instalaciones para futuros proyectos de ampliación y reduciendo la inversión que sería necesaria.
- Las mejoras se benefician de ventajas de las compañías aseguradoras.

- La empresa tiene un valor más seguro para los accionistas.

1.7 Dificultades para la implementación de las Producciones Más Limpias

Frente a los incentivos mencionados, en ocasiones, la adopción de las Producciones Más Limpias pueden presentar algunas dificultades, entre las cuales se destacan:

- La falta de conciencia ambiental.
- Una típica resistencia burocrática a introducir cualquier tipo de cambio.
- La falta de soporte empresarial por parte de los altos niveles de gestión.
- La falta de consenso dentro de la organización.
- La falta de información sobre las posibilidades y ventajas existentes en las Producciones Más Limpias.
- La falta de una tecnología apropiada.
- Aún existiendo y siendo asequibles, el desconocimiento de las tecnologías que se podrían aplicar
- La falta de una tecnología adaptada a las necesidades y circunstancias específicas.
- El desconocimiento de las ventajas que las Producciones Más Limpias pueden representar para asegurar la continuidad empresarial.
- Incomprensión de la reglamentación.
- Prevención por parte de los responsables de investigación, desarrollo, ingeniería o producción
- Un incorrecto control del programa una vez en ejecución y la falta de información sobre las ventajas que se van consiguiendo.
- Incorrecta asignación de los costos de tratamiento o disposición final que no permiten reflejar las ventajas económicas.
- Políticas de precios o subsidios para el agua, la energía, el vertido de residuos, etc. que distorsionan la situación comparativa.
- La falta de recursos financieros.
- La falta de internalización de los costos ambientales.

1.8 Base económica de la Producción Más Limpia

La experiencia compartida por diversos programas de minimización y Producción Más Limpia demuestran que se pueden introducir muchas mejoras en los procesos industriales con beneficio simultáneo para el medio ambiente y la economía de la

producción, sin tener que realizar inversión alguna, o recuperable en un período inferior a un año. Las oportunidades son mucho mayores cuando se internalizan los costos ambientales, y se añaden a los costos de tratamiento o a las tasas de contaminación. La mejor alternativa, desde el punto de vista económico, resulta de aplicar las Producciones Más Limpias hasta alcanzar un mínimo en los costos de producción. (Van Berkel, 1999; Hoyt, 2000; Ashton, et, al., 2000; Wagner, 2007).

1.9 Producción Más Limpia, Tecnología y Gestión

La Producción Más Limpia se aplica a la industria, aunque también es útil en otros sistemas productivos, como por ejemplo el agrícola, al buscar los mismos objetivos de menor consumo de materias primas y limitar los efectos residuales derivados de la utilización de fertilizantes y pesticidas, o bien a usar residuos naturales reciclados desde el propio sistema productivo para el enriquecimiento de los suelos. Dentro del sistema de producción industrial, se incluyen procesos de transformación física o química tan distintos como la minería, la elaboración de alimentos, de componentes mecánicos o eléctricos, de maquinaria o los procesos químicos. Aunque la tecnología es un factor crítico para la industria, la producción óptima de cualquier sistema industrial raramente se consigue con una óptima tecnología. Para que la fabricación sea efectiva y eficiente se han de conjugar dos factores fundamentales: ***tecnología y gestión***.

En todos los casos los sistemas de producción tienen un objetivo económico. El beneficio es la medida de la eficiencia de cualquier industria. El ecoambiente no es su objetivo, sino parte del marco de referencia, dentro del cual actúa.

Aunque la situación actual en ciertas localizaciones industriales puede ignorar el marco ambiental, al analizar opciones de Producciones Más Limpias hay que tener en cuenta todos los costos, presentes y previsibles, incluyendo los que resultan de la internalización de costos ambientales, para tomar decisiones útiles a largo plazo, por lo que las opciones de Producciones Más Limpias siempre se someten a un análisis económico.

La evolución industrial aporta continuamente nuevas posibilidades en cuanto a materiales, equipos y diseños, a los que el sistema productivo ha de responder

dinámicamente. La necesidad de cambio también alcanza a las formas de gestión adaptándose a las circunstancias del entorno, a nuevas metodologías, a cambios legislativos o a las nuevas imposiciones comerciales. Un programa de Producciones Más Limpias facilita una respuesta continua a las nuevas situaciones y por esta razón se describe como una actividad sistemática y permanente.

Las evaluaciones de Producción Más Limpia son actividades intensivas de ejecución periódica dentro de un programa, pero que también pueden ejecutarse aisladamente. Aunque la ejecución de evaluaciones es fundamental para conseguir avances importantes, es difícil poder mantener la misma intensidad de evaluación de forma permanente. La forma más conveniente de proceder es establecer un programa de Producciones Más Limpias entre sucesivas evaluaciones realizadas cada dos o tres años, pero sin olvidarse de las Producciones Más Limpias entre sucesivas evaluaciones, ejecutando las opciones de menor prioridad y prestando atención a cualquier nueva circunstancia que requiera una intervención puntual. (Van Berkel, 1999; Hoyt, 2000; Ashton, et, al., 2000; Wagner, 2007; Ochoa, 2007; Rizzo, 2008; Colectivo de Autores, 2010).

El programa de la Producción Más Limpia, que engloba las evaluaciones, debe incluirse a su vez dentro del sistema de gestión ambiental más amplio de la empresa. El sistema de gestión ambiental abarca el resto de las actividades, tales como los tratamientos de aguas residuales o la gestión de residuos tóxicos. El programa de Producciones Más Limpias debe tener una prioridad clara dentro de este sistema de gestión ambiental. Debido principalmente a razones históricas, a la Producción Más Limpia no siempre se le da este grado de prioridad. Conseguir esta prioridad ha de ser uno de los objetivos del programa.

El sistema de gestión ambiental está destinado a cumplir los objetivos marcados por la alta dirección en materia ambiental y de forma particular, a cumplir la legislación ambiental. Incorporado dentro del sistema de gestión ambiental se realiza según un criterio multiobjetivo, con el fin de compatibilizar los objetivos ambientales con los objetivos económicos de las empresas. La Producción Más Limpia ofrece una ventaja inmediata al conseguir beneficios simultáneamente para ambos objetivos: ambiental y

económico, facilitando la total incorporación del sistema de gestión ambiental dentro del sistema general de gestión.

El programa de Producción Más Limpia debe buscar como conseguir la utilización óptima de los recursos incluyendo las materias primas auxiliares; cómo conservar y hacer uso eficaz del agua y la energía; cómo llegar a minimizar las corrientes residuales. Además, debe tratar de eliminar, en tanto que sea posible, las sustancias tóxicas ó peligrosas que intervienen en el proceso o que son incorporadas al producto. (Harvey, 1999; Hoyt, 2000; Orcés, et, al., 2004; Castillo, 2004; Jaramillo, et, al., 2006; Ochoa, 2007).

En el mercado competitivo, la supervivencia de la empresa depende del incremento o reducción de los costos. En muchos aspectos, la eficiencia de la empresa debe ser maximizada para que esta prospere en el futuro. Las tendencias del rechazo de productos, quejas de los clientes, costos de la mano de obra y la utilización de los materiales son continuamente monitoreados y la eficiencia en estas áreas son universalmente reconocidas como importantes objetivos. Muy pocos directores de empresas monitorean los desperdicios, ni trabajan sistemáticamente para identificarlos o reducirlos como un medio para reducir los costos.

1.10 Residuos. Definición

Los residuos o desperdicios como comúnmente son denominados, comprenden todas las entradas al proceso no incorporados al producto y todas las salidas del proceso no vendibles. Los desperdicios incluyen materiales sólidos, líquidos, gaseosos y energía. Los desperdicios también se extienden a la fuerza de trabajo y a la capacidad de producción. (Fundación MAPFRE, 1994; Metcalf and Eddy, 1995; Wagner, 1996; CMPML, 1997; CITMA, 1998; Hagler, 1999; CNMA, 1999; Yassi, et, al., 2002; Rivera, et, al., 2002; Cleaner Production Global Status Report, 2002; GTZ, 2004; Castillo, 2004; Martínez, et, al., 2005; Colectivo de Autores, 2010).

1.10.1 Tipos de residuos

Los residuos o desperdicios pueden ser categorizados en dos tipos que se describen a continuación:

Desperdicios inherentes al proceso:

Es el requerido exceso de energía y materiales en un proceso, pero que no forma parte del producto final. Este tipo de desperdicios puede ser reducido, pero no eliminado, mediante mejoras del proceso. Como ejemplo de desperdicio inherente del proceso es el solvente contenido en la pintura, los solventes se aplican como parte de la pintura y se evaporan durante el secado y el curado. Los solventes, por tanto, son desperdicios porque no forman parte del producto final. Sin embargo, son materiales necesarios en el proceso de pintado.

Como comparación, la cubierta con polvos es un proceso en el cual la capa protectora es aplicada como un polvo, la que debe ser curada por fusión en un horno. Este proceso puede describirse como un proceso de pintado en el cual un desperdicio inherente del proceso, el solvente se ha eliminado por un cambio de proceso y no por mejoras en el proceso existente.

Desperdicios incidentales:

Estos son simplemente todos los desperdicios no inherentes del proceso. Un desperdicio incidental es un desperdicio que ocurre mientras se ejecuta el proceso, pero que no es necesario en tal proceso. Los desperdicios incidentales pueden ser reducidos y, al menos teóricamente, eliminados mediante mejoras del proceso. Continuando con el ejemplo de la pintura, un sobre-asperjamiento de pintura sobre la pared es un ejemplo de desperdicio incidental. El sobre-asperjamiento no es necesario para el proceso de asperjamiento, sino que es una consecuencia indeseable de éste, debe ser minimizado tanto como sea posible a fin de optimizar el proceso de asperjamiento.

1.10.2 Costo total de los residuos

Todos los residuos o desperdicios tienen un valor agregado a ellos por el proceso de producción, ya sea por transporte, almacenaje, manipulación, calentamiento, y costos de procesamientos parciales. El costo total de los desperdicios, por tanto, no es solo el costo inicial de compra y el costo de disposición, sino también el costo de este valor agregado. Es importante entender el concepto de costo total de los desperdicios, para conocer cuanto valor ha sido agregado a ellos antes de su disposición final. (Castillo, et, al., 2000; Yassi, et, al., 2002; Rivera, et, al., 2002; Cleaner Production Global

Status Report, 2002; GTZ, 2004; Castillo, 2004; Martínez, et, al., 2005; Ochoa, 2007; Colectivo de Autores, 2010).

1.10.3 Monitoreo de los niveles de desperdicios

En la mayoría de las empresas los desperdicios raramente se cuantifican, o se comparan las cantidades de materiales producidos con las cantidades de materias primas utilizadas. No existen desperdicios segregados en ningunos de los dos tipos descritos.

La mayoría de los empresarios consideran que los desperdicios son inevitables y por tanto no valoran los esfuerzos para medirlos o monitorearlos. Por la misma razón raramente se comparan los registros de producción con los registros de compra de energía (gas, electricidad o combustibles líquidos) para identificar las variaciones del proceso, las cuales son a menudo indicativos de desperdicios. Por tanto, la mayoría de los empresarios no disponen de los datos necesarios para mejorar la rentabilidad mediante la reducción de los niveles de desperdicios. La evaluación de Producciones Más Limpias les suministra estos datos. (Hagler, 1999; Castillo, et, al., 2000; Rivera, et, al., 2002; Cleaner Production Global Status Report, 2002; GTZ, 2004; Castillo, 2004; Martínez, et, al., 2005; Ochoa, 2007)

1.10.4 Valor agregado al costo de los desperdicios

El costo total para una empresa relacionado con los desperdicios que produce, es el costo original de compra de los materiales, más el costo de disposición, más el valor agregado por la empresa al material desperdiciado. Cuando se producen los desperdicios, ellos “absorben” una proporción de los costos de todos los procesos a través de los cuales pasan. Mientras más alto es el valor agregado a los desperdicios, más alto es el costo para la empresa, lo que representa pérdidas directas de beneficios. A modo de ejemplo, se puede comparar el costo relativo del desperdicio de agua caliente comparado con el desperdicio de agua fría. Los costos de compra del agua y de disposición de su desperdicio, son minúsculos comparados con los costos del combustible, trabajo y equipos usados para calentar el agua, a lo que se le sumaría, algunas veces, los costos de la necesidad de enfriar el agua antes de desecharla.

El verdadero costo de los desperdicios es raramente contabilizado por la administración o tenido en cuenta en las evaluaciones o auditorías financieras.

Para la mayoría de las empresas:

- El costo de los desperdicios es desconocido o burdamente subestimado
- Se aceptan los niveles actuales de desperdicios como una parte inevitable del negocio
- La mayor parte de los desperdicios son tratados, más bien que eliminados
- Las materias primas indeseadas son eliminadas en lugar de recicladas
- Los empleados regularmente no son incentivados por la reducción de desperdicios
- El control de calidad se centra en la calidad del producto e ignora los desperdicios
- El costo real de los desperdicios permanece oculto para la contabilidad empresarial
- Los límites a la contaminación basados en la concentración, en lugar de basados en la razón de descarga en masa, permiten que las empresas simplemente diluyan los efluentes para cumplir con las regulaciones

La insuficiente atención y control de los problemas ambientales generados por la actividad productiva ha sido identificada como una de las carencias más importantes del qué hacer ambiental nacional en los últimos años. Del total de fuentes puntuales de contaminación inventariadas en el país, más del 70% corresponden a instalaciones industriales y agropecuarias, destacando la industria azucarera y sus derivados, la actividad agropecuaria y las industrias básica y alimenticia como los sectores productivos de mayor incidencia en el deterioro del saneamiento y de las condiciones ambientales en los diferentes territorios. (Rivera, et, al., 2002; Castillo, 2004; Ochoa, 2007).

Aunque desde hace años se vienen desarrollando en el sector productivo cubano algunas prácticas dirigidas a mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente, principalmente en las industrias y actividades más contaminantes, su introducción ha sido limitada por factores de diversa índole. Entre ellos, la carencia de recursos materiales y financieros y las dificultades para acceder a tecnologías más limpias, el énfasis de las normativas y sistemas regulatorios sobre las emisiones y sistemas de control de la contaminación a la salida del proceso, la inexistencia de normativas tecnológicas y ambientales actualizadas y otros factores subjetivos como la falta de conocimiento a todos los niveles de las organizaciones productivas sobre los

beneficios económicos y ambientales de la introducción de prácticas de producción más limpia y el insuficiente nivel de exigencia por parte de las autoridades ambientales.

Conforme a lo anteriormente expuesto, resulta necesario diseñar un nuevo enfoque de trabajo en la gestión ambiental, que permita introducir y aplicar el concepto de producción más limpia de forma integral y sistémica dentro del sector productivo, haciendo énfasis en la prevención de la contaminación, la minimización y el aprovechamiento económico de los residuales, como principales opciones para reducir las cargas contaminantes dispuestas al medio ambiente en las condiciones de Cuba. (CITMA, 1998; CITMA, 2002; Rivera, et, al., 2002; Castillo, 2004; Ochoa, 2007; Fernández, 2008).

1.11 Practicas de producción mas limpia. Conceptos básicos

La introducción de prácticas de Producciones Más Limpias significa la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, producciones y servicios, para incrementar la eficiencia de los procesos, reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente y lograr la sostenibilidad del desarrollo económico.

Ello significa implementar un grupo importante de acciones y medidas dirigidas a garantizar la eficiencia en el uso de las materias primas, agua y energía, reducir el uso de sustancias tóxicas, prevenir y minimizar la generación de residuales y lograr su reuso o reciclaje.

Como enfoque global de la actividad productiva, esta estrategia debe abarcar tanto a los productos y procesos, como a las prácticas y actitudes. (Ashton, et, al., 2000; Castillo, et, al., 2000; Guía de Producciones Limpias del Perú, 2002; Castillo, 2004; Wagner, 2007; Rizzo, 2008; Colectivo de Autores, 2010):

- Para los procesos de producción: Incluye el uso eficiente de las materias primas, energía y recursos naturales, eliminación de materias primas y sustancias tóxicas y

reducción de los volúmenes y toxicidad de las emisiones y residuos antes de que abandonen un proceso.

- **Para los productos:** Incluye la reducción de los impactos negativos a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final.

- **Para las prácticas:** Incluye la aplicación de conocimientos científico-técnicos, el mejoramiento de las tecnologías y el cambio de actitudes.

Para alcanzar Producciones Más Limpias se necesita la conjugación y complementación de los siguientes elementos o factores(CITMA, 1998; INE, 1999; Ashton, et, al., 2000; Castillo, et, al., 2000; Castillo, 2004; Jaramillo, et, al., 2006; Wagner, 2007; Rizzo, 2008; Cárdenas, 2010):

1- Mejoramiento de la gestión de producción.

Contempla la toma de medidas internas que no provocan cambios en los procedimientos de fabricación, sino que mejoran aspectos tales como la organización de la producción, el control de las fuentes de contaminación y el adecuado manejo del agua, materias primas y productos.

Las medidas internas pueden ser:

- **Uso eficiente del agua:** El consumo de agua es un parámetro clave que determina los volúmenes y concentraciones de los residuales líquidos a manejar y por ende la capacidad y características de los sistemas de tratamiento y disposición final. Para consumir menos agua es necesario cerrar los sistemas, recircular las aguas de proceso en los casos en que sea posible, realizar la recogida en seco de desperdicios y garantizar el buen estado de los sistemas de conducción y los depósitos de almacenamiento.

- **Inventario, almacenamiento y manejo adecuado de los materiales utilizados en el proceso productivo:** Incluye la compra de materiales cuando se necesite y en las cantidades necesarias, el registro de las fechas de caducidad para el establecimiento de prioridades en el uso, la utilización de contenciones alrededor de tanques, contenedores y equipos del proceso para evitar derrames o fugas, el manejo cuidadoso de los materiales peligrosos y el establecimiento de los procedimientos de eliminación de materiales contaminados o caducados.

- **Separación y tratamiento independiente de los residuales:** Implica la separación en la fuente de los diversos residuales generados en la instalación, para permitir su manejo diferenciado de acuerdo a su peligrosidad, grado de contaminación y posibilidades de tratamiento y aprovechamiento, reduciendo de esta manera los volúmenes y costos de manejo. Por otra parte, se facilita la reincorporación de los residuales no contaminados o no diluidos al proceso de producción, o su envío a otro sitio para la recuperación de materiales o sustancias de valor económico.
- **Mantenimiento preventivo y correctivo:** Consiste en inspecciones regulares, limpiezas, pruebas, y sustitución de partes gastadas o descompuestas, a fin de limitar las posibilidades de fugas o derrames debido al mal funcionamiento y las fallas de equipos y accesorios, o en la solución inmediata cuando éstos se produzcan, evitando que las sustancias tóxicas lleguen a los sistemas de alcantarillado y tratamiento, o se produzcan contaminaciones cruzadas.
- **Reciclaje o reuso de residuales:** Las medidas internas son también un factor de gran importancia para el posible reuso o aprovechamiento de residuales sin afectar al ambiente, la calidad del producto o el proceso receptor de los mismos. Ejemplo de ello se tiene en que para evitar impactos negativos sobre los suelos sometidos a fertirriego, es indispensable tomar un conjunto de medidas internas como son la segregación y recolección independiente de los ácidos y bases usados en la limpieza de los equipos tecnológicos de los centrales azucareros.
- **Educación y capacitación de los recursos humanos:** Puede ser la técnica de prevención de la contaminación más elemental, pues es importante que conozcan y entiendan los beneficios económicos, ambientales y sanitarios de lograr Producciones Más Limpias. La toma de medidas internas como la aplicación de buenas prácticas de higiene industrial, el control eficiente de los procesos, la eliminación de errores operativos que impliquen la liberación al ambiente de corrientes contaminantes, etc., complementan los impactos positivos que pudieran tener los cambios tecnológicos.

2- Modificaciones en los procesos productivos.

Muchas veces la toma de medidas internas puede ir acompañada por cambios tecnológicos en el proceso de producción que van a promover el reuso del agua, la sustitución de algunos materiales usados en el proceso y la recuperación de determinadas sustancias que previamente se vertían en los efluentes y que a partir de los cambios se pueden utilizar dentro del mismo proceso tecnológico (INHEM, 1992;

Fundación MAPFRE, 1994; Wagner, 1996; Hagler, 1999). En algunas industrias como la química, se considera el cambio tecnológico como la acción fundamental para disminuir la contaminación ambiental. Este aspecto contempla:

a) Cambios en el proceso. Consisten en cambiar uno o más procesos o el equipamiento usado en ellos. Pueden tener como resultado la reducción en volumen y/o toxicidad del residual generado. No tienen que ser necesariamente extensos o costosos para implementarse.

b) Sustitución de materiales. Comprende los cambios de la materia prima, de composición o uso de un producto intermedio o final o de productos y sustancias tóxicas que se usan en un proceso, con el objetivo de reducir la generación de contaminantes en la fuente.

3-Aprovechamiento económico de residuales

Debe constituir la línea prioritaria de trabajo en la introducción de prácticas de producción más limpia en el país. Aún con la introducción de prácticas de producción más limpia se producirán determinados volúmenes de residuales, por lo que resulta necesario agotar las posibilidades de cierre del sistema productivo y tratar éstos como recursos que al aprovecharse, disminuyen simultáneamente la demanda de recursos naturales y las cargas contaminantes dispuestas al medio ambiente. Para ello se recurre al reciclaje o reuso. El reciclaje comprende la recuperación de aquellos residuales que pueden ser reutilizados, su procesamiento en nuevos productos o materiales y la comercialización posterior. El procesamiento es lo que distingue al reciclaje del reuso, pues en el segundo caso los materiales recuperados se vuelven a utilizar posiblemente en la misma forma que antes, sin ser sometidos a complejos procesos de transformación o tratamiento.

El aprovechamiento puede ser en la misma unidad productiva que generó los residuales o en otras instalaciones pertenecientes a otros sectores, por lo que deben crearse lazos funcionales de carácter inter empresarial e intersectorial que garanticen la existencia de una demanda. (CITMA, 1998; INE, 1999; Rivera et, al., 2002; CITMA, 2002; Ochoa, 2007; Fernández, 2008).

1.12 Gestión Ambiental y Producciones Más Limpias en la Industria Gráfica

La gestión ambiental y la producción limpia, conducen a resultados cuyo efecto multiplicador va desde mejoras en la imagen de la empresa, hasta incrementos en la productividad. La gestión ambiental y la importancia de la producción limpia, son conceptos que han penetrado fuertemente en toda la cadena industrial, y el sector gráfico no ha sido la excepción. En la medida en que las empresas del sector han hecho de su actividad productiva un proceso con responsabilidad social, en el que, entre otros aspectos, controlan su impacto sobre el ambiente, los resultados se han visto reflejados en varios efectos multiplicativos que van desde una mejora de la percepción de la empresa, hasta un incremento real sobre la productividad.

La industria gráfica se caracteriza por ser diversa, tanto en tipos de empresas como en procesos de impresión. Dentro de esta variedad se pueden diferenciar dos realidades: por una parte hay un grupo reducido de empresas grandes y medianas que han involucrado la gestión medioambiental dentro de sus estándares de producción. Por otra, las empresas más pequeñas tienen un reto aún mayor, pues están muy por debajo de las capacidades tecnológicas y administrativas de las grandes y, además, cuentan con un bajo nivel de profesionalización de sus recursos humanos. (Wagner, 2007; Rizzo, 2008; Colectivo de Autores, 2010).

Las empresas más pequeñas de la industria han invertido pocos recursos en el mejoramiento de las condiciones ambientales, por lo que es factible identificar errores comunes como:

- Es conocido el sistema directo de la computadora a la placa, pero por el alto costo del equipo no se aplica todavía.
- Los desechos del revelado de películas no se consideran residuo líquido contaminante y son vertidos al alcantarillado.
- No se aplica la recuperación del fijador de películas combinado con la recuperación de plata, sino que se entrega el fijador a empresas externas, dejándoles el beneficio de la recuperación.
- No se utiliza papel reciclado con el argumento de que no es aceptado por los clientes por su baja calidad o por el alto precio.

- No se realiza una adecuada separación de residuos de papel y cartón para su reciclaje de alto nivel.
- No se guardan restos de tintas para su reuso.
- No se ha experimentado la minimización de los químicos en el revelado automático.
- Sólo algunas empresas han desarrollado implementaciones para minimizar la dosificación de alcohol isopropílico, IPA, un solvente volátil, o su reemplazo por sustitutos.
- Falta información sobre la volatilidad de los solventes de limpieza y los problemas de su uso, tanto para la salud como para el medio ambiente y la maquinaria.
- Las empresas conocen bodegas de materias primas, productos y residuos, pero no tienen claras sus condiciones e infraestructura, ni saben si cuentan con los permisos respectivos.
- Falta información sobre el servicio de reciclaje mediante lavado de paños de limpieza en muchas de las empresas, así como sobre alternativas de segregación de residuos.
- Falta información sobre el manejo y almacenamiento seguros de sustancias y residuos peligrosos.
- No se llevan registros de consumo de insumos y tampoco de generación de residuos.

La identificación de errores o malas prácticas es sólo el primer paso a la hora de implantar un sistema de gestión medioambiental. Sin duda, todas las empresas del sector conocen la importancia de articular este tipo de prácticas en su día a día, pero pocas identifican los pasos a seguir y los beneficios reales que se obtienen una vez implantado el modelo. (<http://www.wagnerprintconsult.org/>; Wagner, 2007, Colectivo de Autores, 2010).

Una adecuada gestión ambiental es una herramienta clave para la disminución de costos, muchos de los impactos de la industria gráfica tienen como causa el uso exagerado de insumos o su manejo irresponsable. Pero para poder entender dónde están los problemas ambientales y diseñar sus soluciones es necesario estandarizar la producción. Es así como se llega al centro del planteamiento según criterios del

experto alemán Wagner, (2007). La cada vez mayor necesidad de gestión ambiental no tiene porque significar un aumento en los costos de producción de las empresas, al contrario, unida a procesos de aseguramiento de la calidad en con compromiso decidido de las empresas es una forma de hacerlas más rentables.

En las condiciones actuales ya es mucho lo que la industria gráfica puede hacer, por ejemplo la reducción de químicos en los procesos de producción o su sustitución por productos biodegradables o el uso de papeles provenientes de cultivos locales sostenible con certificados ambientales. La recomendación no es limitarse a acciones aisladas en ciertos puntos del proceso productivo, la idea es implementar una política consistente de gestión ambiental, para ello el primer paso es la implementación de la norma de gestión de la calidad [ISO 9000](#), que permitirá fácilmente incorporar las normas internacionales de gestión ambiental de la norma ISO 14000. Incluso la gestión ambiental trasciende el ámbito de la empresa y se convierte en una necesidad de la cadena productiva como un todo. Por ejemplo, hoy existen ya métodos estandarizados para calcular las emisiones de CO₂ en un proceso de producción de piezas impresas, que incluyen las emisiones no solo del proceso gráfico, sino también las emisiones causadas en la producción de los insumos, a partir de este cálculo es posible comprar certificados ambientales, los cuales financian procesos de investigación en el desarrollo de energías limpias. El tema ambiental en la industria gráfica latinoamericana aun esta lejos de constituir una herramienta de trabajo, pero paulatinamente la necesidad de contemplarlo dentro de las estrategias de desarrollo de las mismas se va convirtiendo en una necesidad perentoria si quieren lograr la eficiencia y la competitividad que sus países esperan de ellas. (Rizzo, 2008; <http://www.wagnerprintconsult.org/>; Wagner, 2007; Cárdenas, 2010).

CAPÍTULO 2

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE
RESIDUOS EN LA EMPRESA GRÁFICA
“IMPRESIONES DEL RÍO”.**

CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA EMPRESA GRÁFICA “IMPRESIONES DEL RÍO”.

En el Capítulo se realiza la caracterización de la Empresa objeto de estudio, así como se presentan los resultados del Diagnóstico del proceso de gestión de sus residuos con vistas a establecer las bases que permitan implementar un sistema de producciones limpias en función de la eficiencia y la gestión económica de la referida empresa.

La investigación se desenvuelve en una etapa marcada por una fuerte crisis económica y financiera a nivel internacional, y que por ende, afecta doblemente a las empresas cubanas. Por otra parte, en estos momentos en el país se viene trabajando por introducir en el sector productor de bienes y servicios las Producciones Más Limpias como una variante que tribute a la Gestión Ambiental y al incremento del valor agregado de estas empresas mediante la minimización de la generación de residuos y el reciclaje o reutilización de los mismos como materia prima para otras producciones y como variante para la mitigación de la contaminación ambiental en el país.

2.1.- Caracterización de la organización

La Empresa Gráfica Impresiones del Río inicialmente fue creada con personalidad jurídica el 20 de febrero del año 1990, subordinada al Comité Central del Partido Comunista de Cuba por Resolución # 8 denominada Empresa Integral de Pinar del Río, el 30 de Enero de 1996, se integra a la Unión Integración Poligráfica, subordinada al Ministerio de la Industria Ligera, mediante la Resolución #35, dictada por el Ministro de la Industria Ligera. Mediante la Resolución 128 del año 2003 se le modifica el nombre a dicha Empresa denominándose en lo adelante, Empresa Gráfica Impresiones del Río, dictada por Jesús Pérez Otton Ministro de la Industria Ligera con domicilio legal en Calle Ceferino Fernández Viña #174 e/ Avenida Rafael Ferro y 26 de Noviembre en la ciudad de Pinar del Río.

Su Código Oficial es el No. 107.0.2752, el Objeto Empresarial con validez práctica aprobado por la Resolución 430/2007 del Ministerio de Economía y Planificación de la República de Cuba en su resuelto DECIMO OCTAVO, plantea:

- Producir y comercializar de forma mayorista libros, revistas, impresos comerciales, folletos, etiquetas, tarjetas varias, envases plegables, libretas, así como otras producciones de la industria gráfica en cualquier soporte en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brinda servicios de conversión de papel, cartón y cartulina, plastificado y troqueado a entidades vinculadas al sistema de la Unión Integración Poligráfica y a otras entidades en pesos convertibles.
- Brindar servicios de afilados de cuchillas de guillotina en pesos cubanos.
- Brindar servicios de pre-prensa, digitalización, fotomecánica, revelado y pases a planchas a entidades en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brindar servicios de recuperación y encuadernación de las producciones gráficas a entidades en pesos cubanos y pesos convertibles.
- Brindar servicios de diseño gráfico para el aseguramiento de la producción gráfica a entidades en pesos cubanos.
- Comercializar de forma mayorista producciones gráficas realizadas a partir de la recortería del proceso productivo según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.
- Comercializar de forma mayorista materia primas y materiales a la Empresa de la Unión Integración Poligráfica en pesos cubanos y pesos convertibles, en caso puntuales y previa autorización de la Unión, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.
- Comercializar de forma mayorista planchas metálicas del proceso productivo de la industria poligráfica a las empresas de la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas en pesos cubanos por el Ministerio del Comercio Interior en pesos cubanos.
- Comercializar de forma mayorista recorterías y desechos del proceso productivo de la industria poligráfica a las Empresas de la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas y a las Industria Locales en pesos cubanos, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.
- Comercializar de forma mayorista productos ociosos y de lento movimiento de la industria poligráfica a través de las entidades autorizadas para ello, según

nomenclatura aprobadas por el Ministerio del Comercio Interior en pesos cubanos.

- Producir y comercializar de forma minorista excedentes de productos agrícolas procedentes del autoconsumo o de los organopónicos a los trabajadores en pesos cubanos.
- Brindar servicios de parqueo en pesos cubanos.
- Brindar servicios de alojamientos no turísticos y de alimentación asociados a éstos en pesos cubanos.
- Brindar servicios de transportación de cargas en pesos cubanos
- Brindar servicios de comedor-cafetería y transportación de personal a los trabajadores en pesos cubanos.
- Brindar servicios de restaurantes, gastronómicos y de recreación a sus trabajadores como parte de la atención al hombre en pesos cubanos.

La **Misión de la Empresa**, definida por el Consejo de Dirección y los trabajadores, después de efectuado el Diagnóstico es la siguiente:

“Producir y comercializar productos gráficos de calidad con una gestión eficiente y eficaz, destinada a satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes”.

La **Visión** definida por la Organización es:

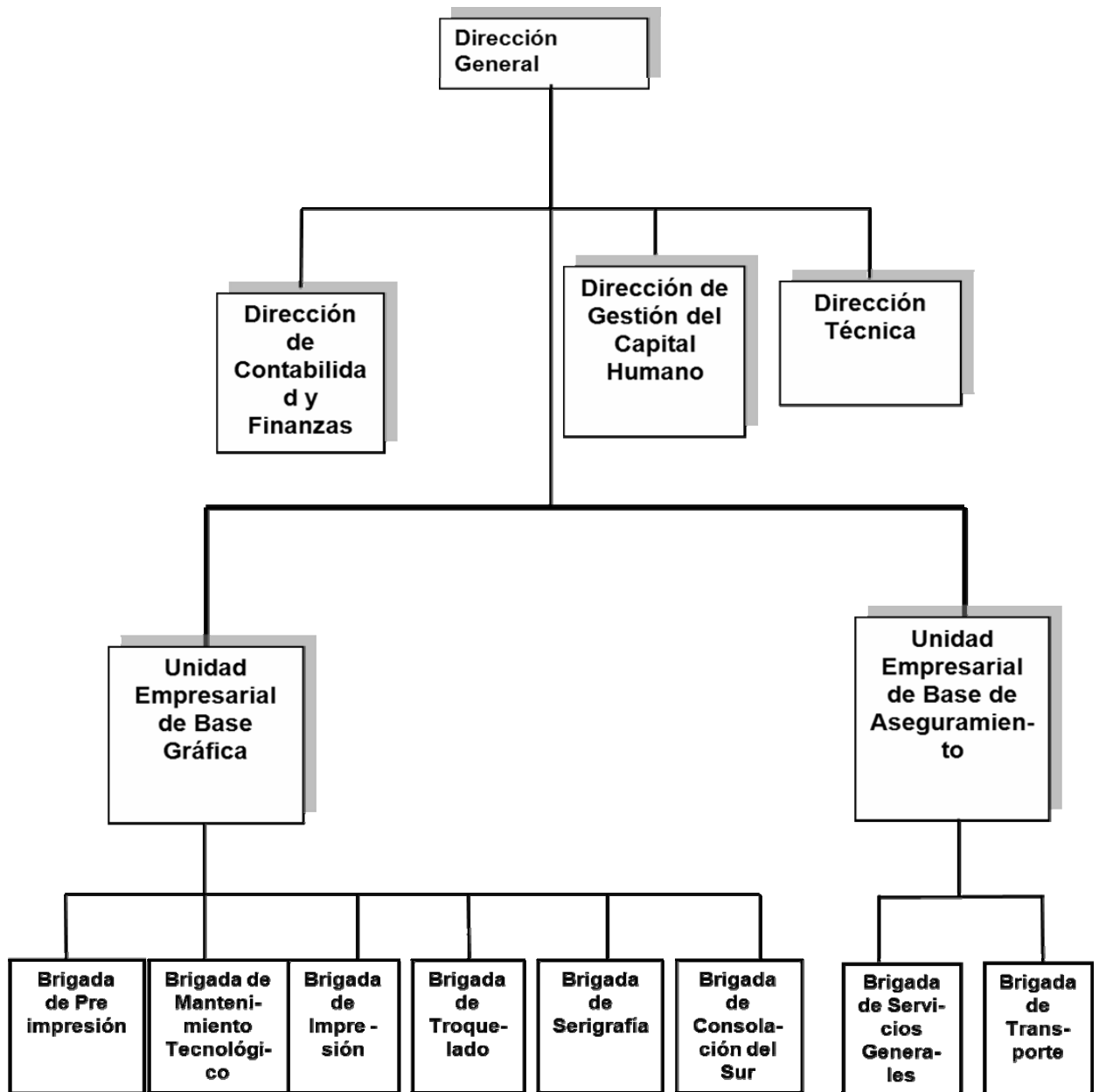
“La Empresa Gráfica Impresiones del Río, hace uso de sus capacidades productivas y la calificación de sus trabajadores en la fabricación de sus producciones tradicionales, utiliza el diseño y la asimilación de nuevas tecnologías en la concepción de nuevos productos que combinados con la aplicación de un Sistema de Gestión de la Calidad, una eficiente y eficaz estrategia de comercio satisface los requerimientos de los clientes, ampliando el mercado interno y se proyecta hacia el mercado externo”.

La estructura aprobada para el desempeño de las funciones en la Empresa, es la siguiente:

- Dirección General
- Dirección de Contabilidad y Finanzas
- Dirección de Gestión del Capital Humano
- Dirección Técnica

- Unidad Empresarial de Base Gráfica
- Unidad Empresarial de Base de Aseguramiento

La estructura actual y que se encuentra funcionando, es la siguiente:



2.2.-Materiales y Métodos empleados

Dentro de los materiales empleados para la elaboración de este trabajo se encuentran los siguientes:

- Publicaciones referidas a la temáticas
- Artículos de Internet.
- Tesis de Maestría.
- Documentos de trabajo de la Empresa estudiada (Estrategia, Planes de producción, Expediente del Perfeccionamiento empresarial, entre otros)

Dentro de los métodos empleados para el desarrollo de este trabajo se emplearon los siguientes:

- Método histórico.
- Método de observación.
- Método de Encuesta a través de las técnicas del Cuestionario y de la Entrevista.

2.3.- Diagnóstico de la Organización.

El diagnóstico al proceso de gestión de los residuos en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río” fue elaborado a partir de la aplicación de una Encuesta utilizando la técnica del Cuestionario donde fueron encuestados en total el 60% de los trabajadores de la Empresa, así como a través de las técnica de la Observación científica y la Entrevistas a Dirigentes y técnicos especializados para ampliar en algunos de los aspectos emanados del Cuestionario.

2.3.1.- Encuesta a Directivos, Administrativos, Técnicos; Obreros y Trabajadores de Servicios de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.

El Cuestionario (Ver Anexo 1), se aplicó a obreros, técnicos, administrativos, personal de servicios y a los dirigentes de la empresa, relacionados con la planificación y el control en el quehacer diario de la misma.

Esta encuesta se ejecutó con el objetivo de determinar, por una parte, el tipo de información disponible y dentro de esta la información relevante referida a la actividad medioambiental y a la gestión de los residuos, y por otra detectar aquellas áreas donde se observaban debilidades que deberán ser atendidas a través de las acciones que se propongan para la implementación de un programa de Producciones Más Limpias en la referida empresa.

La encuesta se realizó en la empresa y en las dependencias productivas de la misma.

Para la determinación de la muestra a encuestar se aplicó el método probabilístico estratificado con un error estándar no superior a 0.015 y una $P=0.95$. La muestra total seleccionada fue de 87 trabajadores y en la Tabla 2.1 se presentan el total de encuestados desglosados por categoría ocupacional para un factor “fh” de un 0.6.

Tabla 2.1: Encuestados por categoría ocupacional en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”.

Estratos	Población	Muestra seleccionada (fh.N)
Dirigentes y Administrativos	12	7
Profesionales y Técnicos	27	16
Personal de Servicio	10	6
Obreros	96	58
Total	145	87

Fuente: Elaboración Propia

2.4.- Análisis de los resultados de la Encuesta.

Los resultados obtenidos al aplicar el Cuestionario fueron los siguientes:

En la Tabla 2.2 se muestran las respuestas dadas por los encuestados a la primera pregunta del Cuestionario. Como se observa de las respuestas el 40.22% de los encuestados plantea que en la empresa estudiada no existe una política ambiental bien definida y por consiguiente no existe una estrategia ambiental dirigida a lograr el

reconocimiento ambiental por parte de la entidad. El 25.3% que manifiesta no tener conocimientos sobre este aspecto, ratifican las debilidades que en el proceso de gestión ambiental presenta la Gráfica “Impresiones del Río”.

Tabla 2.2: Respuestas a la Pregunta No. 1 del Cuestionario

Ocupación	Pregunta 1.- ¿Conoce usted si la Empresa Gráfica en Pinar del Río tiene establecida su Política ambiental así como si cuenta con una Estrategia ambiental debidamente documentada e incluida en la Estrategia integral de la entidad?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrativos	7	0	0	7
Obreros	15	25	18	58
Técnicos	8	6	2	16
Trabajadores de Servicios	0	4	2	6
Total	30	35	22	87

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados que se presentan en la Tabla2.3 a partir de las respuestas de los encuestados a la pregunta No. 2 del cuestionario, ratifican que en política medioambiental existe desconocimiento por parte del personal de la empresa, lo cual es uno de los elementos a tener en cuenta en las proyecciones de la misma, con vistas a implementar acciones de capacitación que permitan elevar la eficiencia del proceso de gestión ambiental y crear la cultura innovativa necesaria que permita asimilar todo lo concerniente a Producciones Más Limpias como parte de la estrategia de desarrollo de la referida entidad.

De la tabla se observa que el 72.6% de los encuestados manifiesta desconocer la legislación y normativas ambientales vigentes, solo el 17,2% manifiesta conocerlas lo cual teniendo en cuenta el impacto negativo que los aspectos ambientales pueden generar para una entidad y su entorno, se convierte en una de las debilidades significativas de la empresa.

Tabla 2.3: Respuestas a la Pregunta No. 2 del Cuestionario

Ocupación	Pregunta 2.- ¿Conoce usted la legislación y las normativas ambientales vigentes y aplicables para el caso de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrativos	3	4		7
Obreros	10	40	8	58
Técnicos	5	11		16
Trabajadores de Servicios	0	6		6
Total	18	61	8	87

Fuente: Elaboración Propia

De forma general se reconocen por parte de los encuestados (Tabla 2.4), los impactos ambientales que la empresa Gráfica genera en su entorno (44.8% que lo reconocen contra 32,2 de los encuestados que plantean no conocerlos), aunque el 23 por ciento de los encuestados que plantean no tener elementos para decidir sobre el tema es otro de los elementos que reafirman una baja cultura innovativa en el ámbito empresarial en cuanto a la gestión ambiental se refiere. La mayoría de los obreros y trabajadores de servicios 65.5% y 66.6% respectivamente plantean que no están identificadas o desconocen si existen afectaciones al medio por parte de la empresa, lo cual también es un indicador de una deficiente comunicación desde la gerencia y las áreas técnicas hacia los trabajadores directamente vinculados a la producción o a las actividades de servicio en la entidad.

Tabla 2.4: Respuestas a la Pregunta No. 3 del Cuestionario

Ocupación	Pregunta 3.- ¿Están debidamente identificados en la Empresa los impactos ambientales que la misma genera en su entorno?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrativos	5		2	7
Obreros	20	28	10	58
Técnicos	12		4	16
Trabajadores de Servicios	2		4	6
Total	39	28	20	87

Fuente: Elaboración Propia

Acorde a las respuestas a la pregunta No.4 recogidas en la Tabla 2.5, el 51.7% de los encuestados manifiestan la no existencia de acciones correctoras para los problemas ambientales presentes en la empresa, el 24.1% que manifiestan no saber si existen o no estas acciones, ratifican la insuficiente gestión ambiental imperante en la empresa

Tabla 2.5: Respuestas a la Pregunta No 4 del Cuestionario

Ocupación	Pregunta 4.- ¿Existe un plan de acción actualizado y correctamente elaborado dirigido a la solución de los problemas ambientales existentes, con responsables y fechas de cumplimiento?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administ.	3	4		7
Obreros	15	30	13	58
Técnicos	5	8	3	16
Trabajadores de Servicios	1		5	6
Total	24	42	21	87

Fuente: Elaboración Propia

El 65.5% de los encuestados coinciden en afirmar la existencia y el cumplimiento de programas para el uso eficiente del agua y la energía en la empresa Gráfica, lo cual es de los requisitos esenciales para lograr la máxima eficiencia en la implementación de un Sistema de Producciones Más Limpias en una entidad productora. Como se observa de la Tabla 2.6, la mayoría de los encuestados en cada uno de los estratos (Dirigentes, administrativos, técnicos y obreros y trabajadores de servicios) identifican la existencia de estos programas, lo cual le da un alto grado de veracidad a la implementación y eficiencia de los mismos.

Tabla 2.6: Respuestas a la Pregunta No. 5 del cuestionario

Ocupación	Pregunta 5.- ¿Existen y se cumplen programas para un uso eficiente del agua y la energía?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrat.	7	0	0	7
Obreros	32	12	14	58
Técnicos	14	2		16
Trabajadores de Servicios	4		2	6
Total	57	14	16	87

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla 2.7 se observa que el 48.3% de los encuestados no saben si las Materias Primas que se adquieren en la empresa cumplen con los requisitos y especificaciones de calidad que de las mismas se exige para que los niveles de rechazo y producciones defectuosas imputables a la calidad de las mismas se reduzcan al máximo, disminuyendo la generación de residuos en los orígenes. El porcentaje de los que plantean que no existe una política dirigida a la adquisición de materias primas inocuas desde el punto de vista ambiental es superior a los que aseveran que sí existe, lo cual ratifica que esto no es una práctica común para la empresa y que se adquieren lo que prácticamente aparece sin tener en cuenta las consecuencias productivas y medioambientales de este proceder.

Tabla 2.7: Respuestas a la Pregunta No. 6 del cuestionario

Ocupación	Pregunta 6.- ¿Existe una adecuada política de adquisición de materias primas que no afectan el medio ambiente?			Total
	Sí	No	No se	
Dirigentes + Administrativos	5		2	7
Obreros	12	20	26	58
Técnicos	0	8	8	16
Trabajadores de Servicios	0		6	6
Total	17	28	42	87

Fuente: Elaboración Propia

El 75.5% de los encuestados según la Tabla 2.8 plantean que no se realiza o lo desconocen, la inclusión de los problemas medioambientales de la empresa en el banco de problemas de la misma con vistas a buscar soluciones a través de la innovación tecnológica o a través de la transferencia de tecnologías y la capacitación de los trabajadores de la entidad. Esta situación ratifica una vez más la insuficiente gestión ambiental que se realiza en la citada empresa.

Tabla 2.8: Respuestas a la Pregunta No. 7 del cuestionario

Ocupación	Pregunta 7.- ¿Se encuentran incluidos los problemas ambientales dentro del banco de problemas de la empresa?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrativos	4	3	0	7
Obreros	12	20	26	58
Técnicos	6	10		16
Trabajadores de Servicios	1	5		6
Total	23	38	26	87

Fuente: Elaboración Propia

El 100% de los encuestados coinciden en señalar que los principales residuos que se generan en los procesos productivos, de servicios y administrativos de la empresa son los que se presentan en la Tabla 2.9. Los residuos sólidos representan aproximadamente el 70% de los residuos que se generan y son los que generan un valor agregado a la empresa a través de su comercialización a terceros.

Tabla 2.9: Principales residuos que se generan en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”

Tipo de residuos	Pregunta 8.- ¿Cuáles son los principales residuales que se generan en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”?
Residuos sólidos	Papel, Cartón, Cartulina, Planchas Offset, Estopas para la limpieza y Envases plásticos), Residuales orgánicos de la cocina- comedor
Residuos líquidos	Agua con Reveladores, aguas albañales y agua residual de la cocina- comedor

Fuente: Elaboración Propia

El 51% de los encuestados conocen del destino que se le da a los residuales que se generan en la entidad según los resultados de la Tabla 2.10. Los residuos sólidos de las líneas productivas y de la cocina- comedor se reciclan y sus principales destinatarios son la Empresa Provincial de Recuperación de Materia Prima, las Industrias Locales para los Talleres de Discapacitados e Invidentes y la empresa

Porcina para el caso de los residuos orgánicos los que se destinan para la alimentación animal.

Tabla 2.10: Destino final de los residuos que se generan en la Gráfica “Impresiones del Río”

Ocupación	Pregunta 9.- ¿Conoce usted el destino final que se le da a cada uno de los residuos que se generan en la empresa?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrativos	7			7
Obreros	20	25	13	58
Técnicos	14		2	16
Trabajadores de Servicios	3		3	6
Total	44	25	18	87
DESTINO DE LOS RESIDUOS				
Residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> . EPRMP (Papel, Cartón, Cartulina y Planchas Offset) . Industrias Locales (Papel, Cartón y Cartulina) . No se reciclan los envases plásticos (los obreros se los llevan) . Las estopas se debían incinerar pero se disponen al Vertedero municipal . Empresa Porcina (Residuos sólidos de la cocina comedor para la alimentación animal) 			
Residuos líquidos	El Agua se vierte al la red de alcantarillado (Cumple con las normas de vertido, según laboratorio INRH)			

Fuente: Elaboración Propia

El 72.4% de los encuestados plantean (Tabla 2.11) que los conceptos de Producciones Más Limpias y de Consumo sustentable no se encuentran introducido en la empresa, y que además no son de uso común en el quehacer diario de la entidad. El 16% plantea desconocer si se encuentran introducidos o no, y el voto negativo de los siete dirigentes y administrativos encuestados ratifica el criterio de que no se encuentran introducidos.

Tabla 2.11: Respuestas a la Pregunta No. 10 del cuestionario

Ocupación	Pregunta 10.- ¿Se encuentra introducido el Concepto de Producción Más Limpia y Consumo Sustentable en la gestión ambiental de la empresa?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administ.		7		7
Obreros	8	40	10	58
Técnicos	2	12	2	16
Trabajadores de Servicios		4	2	6
Total	10	63	14	87

Fuente: Elaboración Propia

El 58.6% de los encuestados (Ver Tabla 2.12) plantean que no se introducen acciones de Producción más Limpia ni se cuantifican los impactos que las mismas generan, el 24% desconoce si estas acciones se ejecutan. De los encuestados, 15 (el 17.2%) plantean que aunque no es una práctica común, sí se realizan algunas acciones relacionadas con las buenas Prácticas productivas, lo cual está en directa concordancia con el tema de Producciones Más Limpias.

Tabla 2.12: Respuestas a la Pregunta No. 11 del cuestionario

Ocupación	Pregunta 11.- ¿Se introducen acciones de Producción Más Limpia, y se cuantifican los impactos generados por estas acciones en los planes de producción de la empresa?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrativos	3	4		7
Obreros	6	35	17	58
Técnicos	6	10		16
Trabajadores de Servicios		2	4	6
Total	15	51	21	87

Fuente: Elaboración Propia

El nivel de respuesta a la pregunta No. 12 del cuestionario en la Tabla 2.13 presenta que el 8% de los encuestados aseveran no recibir capacitación alguna en temas referidos a la temática medioambiental y mucho menos en lo referido a Producciones

Más Limpias. El 28.7% manifiesta no saber sobre la problemática y solo 3 técnicos encuestados manifestaron recibir algún tipo de capacitación pero que esta ha sido por gestiones propias realizadas en función de su formación.

Esta situación es la fundamental causa de la baja cultura innovativa presente en la empresa y sus dependencias y de hecho deberá constituir una de las principales acciones a incluir en la estrategia de desarrollo de la entidad para etapas venideras.

Tabla 2.13: Respuestas a la pregunta No. 12 del cuestionario.

Ocupación	Pregunta 12.- ¿Recibe usted capacitación sobre la temática medioambiental en general y sobre Producciones Más Limpias y reutilización de los residuos en específico?			Total
	Si	No	No se	
Dirigentes + Administrativos		5	2	7
Obreros		40	18	58
Técnicos	3	10	3	16
Trabajadores de Servicios		4	2	6
Total	3	59	25	87

Fuente: Elaboración Propia

Como resumen del diagnostico realizado en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río” de la provincia de Pinar del Río, a través de la aplicación de un cuestionario al 60% de sus trabajadores, a la consulta de documentos esenciales para esta entidad, como lo son las actas de los consejos de dirección, Expediente del Perfeccionamiento, la Estrategia por objetivos de la Empresa, Banco de problemas de la entidad, y otros, así como la entrevista a directivos, técnicos, administrativos y a obreros destacados en el movimiento del Fórum y en el trabajo de la ANIR, se pueden destacar como principales deficiencias las siguientes:

- La empresa no cuenta con una estrategia integral propia, si no que tienen una imperfecta adecuación de la Estrategia de la Unión Integración Poligráfica.
- La estrategia de la empresa no tiene incluida la gestión ambiental como una prioridad en su quehacer.

- Insuficiente conocimiento sobre temas ambientales y en específico sobre Producciones Más Limpias por parte del personal de la empresa.
- Insuficiente equipamiento informático, no utilización eficiente de la INTRANET e INTERNET, lo cual reduce la posibilidad de acceder a información especializada sobre temas de interés, que incidan en las proyecciones de desarrollo de la entidad.
- Falta de preparación y necesidades de capacitación del personal que labora en las áreas y dependencias referente a las actividades medioambientales, Producciones Más Limpias e Innovación en general.
- No existe una estructura para acometer los procesos de gestión de la innovación tecnológica, gestión medioambiental y Producciones Más Limpias.
- Los mecanismos y métodos que existen para lograr la motivación de los cuadros y trabajadores son insuficientes.
- No se conocen ni se utilizan las técnicas existentes para la negociación de problemas
- Los ingenieros y tecnólogos no calculan normas de trabajo, ni determinan índices de consumo energético, consumo de agua y medioambiente laboral.
- Deficiencias en el sistema de planificación, preparación, lanzamiento y control de la producción y servicios.
- No se conoce a plenitud la acción contaminadora de la empresa sobre su entorno.
- La falta de preparación y de recursos para adquirir las materias primas idóneas desde el punto de vista medioambiente y de calidad.
- No todos los puestos de trabajo poseen las herramientas, dispositivos, materiales necesarios y medios de protección concebidos para la tecnología, lo que empeora las condiciones del medioambiente laboral.
- Las condiciones materiales y ambientales existentes en los puestos de trabajo no son aceptables en las Fábricas de Envases Plegables, Impresos Comerciales y el taller de Consolación del Sur y no están en correspondencia con las normas de seguridad y salud en el trabajo,
- No se analizan en la entidad los costos de calidad como parte integrante del sistema de costo.

- No existe una política de mitigación de la contaminación a través de la minimización en la emisión de residuos o de la reutilización de los mismos.
- No existe un reglamento de información interna y externa que contribuya a crear el clima innovativo que se requiere en la empresa en función de la participación de todos sus trabajadores y áreas funcionales en las proyecciones de desarrollo.
- No existe presupuesto definido para la actividad de Mercadotecnia, ni para el Plan de Ciencia y Técnica y mucho menos para la actividad medioambiental.

La actividad se ve afectada por leyes y regulaciones implantadas con respecto a mecanismos establecidos para la aprobación de las importaciones de materias primas e inversiones.

CAPÍTULO 3

**DISEÑO Y VALIDACIÓN PARA LA
EMPRESA GRÁFICA “IMPRESIONES
DEL RÍO” DE UN PROGRAMA DE
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.**

CAPÍTULO III: DISEÑO Y VALIDACIÓN PARA LA EMPRESA GRÁFICA “IMPRESIONES DEL RÍO” DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

En el Capítulo se presenta la propuesta de una metodología para el desarrollo y validación de un Programa de Producciones Más Limpias en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”, con el objetivo de incrementar la eficiencia empresarial de la misma y reducir su efecto contaminador al medio.

3.1 Factores que limitan la implementación de las Producciones más Limpias en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”

A partir de la Encuesta aplicada al 60% de los trabajadores de la empresa, de la entrevista a personal administrativo y a obreros y técnicos destacados en la actividad innovativa, y del análisis de documentos de trabajo tales como el Expediente para el Perfeccionamiento Empresarial, la Proyección estratégica de la Empresa hasta el año 2010, el Plan de Ciencia y Técnica y Planes de producción entre otros, se determinaron un grupo de factores que pueden llegar a limitar la implementación de un programa de Producciones Más Limpias en esta entidad. Entre los mismos se cuentan:

- Actitud pesimista del personal y de la Gerencia frente a posibles cambios en los procesos de producción
- Falta de recursos económicos para comprar nuevos equipos o mejorar instalaciones
- Falta de comunicación interdepartamental y de trabajo en equipo
- Falta de personal técnico adecuado para implementar cambios de procesos
- Carencia de información tecnológica
- Insuficiente dominio de la temática medioambiental por parte de los trabajadores de la entidad
- Causas relacionadas con las materias primas que afectan la actividad productiva, como por ejemplo: Calidad de materias primas, escasez de materiales, sistema de administración de compras y un Inadecuado almacenamiento
- Causas relacionadas con la tecnología, como por ejemplo: falta de mantenimiento e inadecuada operación, mal diseño del proceso o del equipo, mala disposición de las instalaciones y una Tecnología con un significativo nivel de obsolescencia

- Causas relacionadas con las prácticas operativas, donde se cuentan la falta de personal calificado y la desmotivación de los trabajadores
- Causas relacionadas con los residuos, al no disponerse de un programa de reuso o reciclaje para los mismos, y no se tiene una estimación de costos por el concepto de generación de residuos

Según Castillo, et, al., 2000; Castillo, 2004; Orcés, et, al., 2004; Wagner, 2007 y Colectivo de Autores, 2010, algunas actividades comúnmente recomendadas para superar las barreras u obstáculos que surgen en la implementación de un proyecto de Producción más Limpia, son las que se muestran a continuación, siendo todas ellas aplicables al objeto de estudio de la presente investigación:

- Sensibilización del personal usando para ello los beneficios económicos y ambientales que pueden aportarse a través de una gestión eficiente de los residuos
- Integración de los miembros de la empresa como un equipo, el cual trabajará en el Proyecto de mejoras de las condiciones de producción de la misma
- Presentar en reuniones de la empresa, en eventos científico – técnicos donde participen los trabajadores de la entidad y en otros espacios pertinentes, estudios de caso de proyectos aplicados en otras entidades del país y foráneas, destacando los éxitos conseguidos con ellos
- Recopilación de innovaciones tecnológicas de otras empresas del mismo sector y de sectores afines y transferirlas a la empresa
- Presentación de resultados de evaluaciones económicas y ambientales de las actuales condiciones de producción en la empresa

3.2. Propuesta de una Metodología para desarrollar un Programa de Producción más Limpia en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”

Con el objetivo de lograr una gestión eficiente de sus residuos y de incrementar la eficiencia empresarial, se propone para la Empresa Gráfica “Impresiones del Río” la siguiente metodología, la cual le permitirá a la citada entidad desarrollar e implementar un Programa de Producción más Limpia.

La introducción de un programa de Producción más Limpia en una empresa supone la planificación, programación y ejecución de un conjunto de medidas que se desarrollan de manera sistemática y ordenada.

El programa de Producciones Más Limpias forma parte de la gestión global de la empresa y por consiguiente tiene que estar reflejado en un documento en el que se declaran los objetivos relacionados con las Producciones Más Limpias, y en el que, además, se especifican metas, actividades, tiempos y recursos a ser empleados en la consecución de dichos objetivos.

Un componente central de este programa es el diagnóstico de Producciones Más Limpias, el cual se lleva a cabo en base a un análisis de las operaciones productivas, a fin de identificar y seleccionar opciones de Producciones Más Limpias, técnica y económicamente viables, las cuales se implementarán con el propósito de incrementar la eficiencia productiva de la empresa.

El análisis mencionado se realiza en base a los resultados de un estudio detallado de las operaciones de producción, las de logística y las auxiliares, que incluye la cuantificación y caracterización de las entradas y salidas de cada operación unitaria. El fin de este estudio es el de identificar las causas de los flujos de residuos y pérdidas, plantear opciones de Producciones Más Limpias, seleccionar e implementar las opciones factibles, y hacer un seguimiento a los resultados de dicha implementación.

Entre las entradas y salidas mencionadas en el párrafo anterior, está incluido el consumo y la pérdida de energía que ocurre en las operaciones unitarias y auxiliares de la empresa.

Dado que comúnmente existe una cierta correlación entre el consumo de energía y la cantidad de residuos que se generan, es beneficioso combinar los objetivos de la prevención de la contaminación y los de la eficiencia energética en un mismo programa de Producciones Más Limpias, enfocado a incrementar la eficiencia de las operaciones unitarias.

Si bien el diagnóstico de Producciones Más Limpias es una herramienta técnica utilizada para evaluar y mejorar la eficiencia de las operaciones de una empresa productora, sus beneficios, como resultado de una intervención temporal, no son significativos sin el respaldo del programa de Producciones Más Limpias.

La presente Metodología para desarrollar el Programa de Producciones Más Limpias, constituye una guía base para que el Comité de Producciones Más Limpias que se cree en la Empresa Gráfica defina los objetivos y metas del mismo. La dirección de la empresa deberá estar plenamente convencida de la necesidad y de los beneficios que el programa de Producciones Más Limpias representa para su entidad.

Los principales beneficios que de la implementación de este proceso se derivarán son los siguientes:

- **Beneficios económicos:** Por el uso más eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos en los procesos y por la reutilización y/o el reciclado de sus residuos.
- **Beneficios ambientales:** Por la eliminación de materias peligrosas, reducción de la carga de contaminantes en los efluentes de la empresa, y la disminución de los requerimientos (infraestructura, gastos de inversión y operación) para el tratamiento final y disposición de los desechos.
- **Beneficios externos:** Por ejemplo, por mejoramiento de la imagen pública de la empresa y el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

3.2.1 Pasos que integran cada una de las etapas

El método para desarrollar este Programa de Producciones Más Limpias en la Gráfica de Pinar del Río, se basa en un conjunto ordenado de actividades que se ejecutan en una secuencia de 19 pasos, los que a su vez se agrupan en las siguientes 5 etapas:

ETAPA 1: Creación de la base del Programa de Producciones Más Limpias

1. Compromiso de la Gerencia.
2. Organizar el Comité de Producciones Más Limpias.
3. Identificar obstáculos al programa y proponer soluciones.

ETAPA 2: Preparación del Diagnóstico de Producciones Más Limpias

4. Recopilar información sobre los procesos de producción.
5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias críticas.

6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas.

ETAPA 3: Diagnóstico – estudio detallado de las operaciones unitarias críticas

7. Elaborar balances de materia y energía para las operaciones unitarias críticas.

8. Identificar causas de ineficiencias.

9. Plantear opciones de Producciones Más Limpias.

10. Seleccionar las opciones de Producciones Más Limpias a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.

ETAPA 4: Diagnóstico - evaluación técnica y económica

11. Definir el tipo de evaluación.

12. Evaluación técnica: Aspectos productivos.

13. Evaluación técnica: Aspectos ambientales.

14. Evaluación económica.

15. Selección y presentación de opciones de Producciones Más Limpias factibles.

ETAPA 5: Implementación, seguimiento y evaluación final

16. Preparar un plan de acción.

17. Implementar las opciones factibles recomendadas.

18. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las opciones implementadas.

19. Asegurar la continuidad del programa.

La existencia de este programa implicará un compromiso y una organización permanente y a largo plazo dentro de la empresa. La creación del Programa asegura la provisión, por una parte, de la infraestructura y recursos técnicos, administrativos y financieros para implementar con éxito las recomendaciones de Producciones Más Limpias; y, por otra, la continuidad a largo plazo de las prácticas de Producciones Más Limpias en la empresa, con o sin la intervención de recursos humanos externos de apoyo.

Más aún, el programa de Producciones Más Limpias será una base sólida, a partir de la cual la empresa podrá implementar y mantener un sistema de gestión ambiental, si es que no lo ha implementado aún, lo cual es el caso de la Gráfica “Impresiones del Río”.

Las cinco (5) etapas antes mencionadas, así como cualquiera de los 19 pasos que se describirán a continuación, podrán ser modificados y/o adaptados en función a las características de la empresa y a las iniciativas que tengan la Dirección de la misma y/o sus trabajadores, a fin de crear y desarrollar su propio Programa de Producciones Más Limpias.

3.2.2 Desglose de las Etapas y Pasos de la Metodología propuesta.

ETAPA 1: Creación de la base del Programa de Producción Más Limpia.

El objetivo de esta etapa es crear instrumentos y condiciones necesarias para desarrollar el Programa de Producciones Más Limpias. Los pasos a seguir en esta etapa son:

Paso 1. Asegurar el compromiso de la gerencia y mediante ésta, la colaboración de los empleados.

Para iniciar el desarrollo del Programa de Producciones Más Limpias y asegurar su ejecución, calidad y continuidad, se requiere que exista un compromiso de la máxima dirección de la empresa y sus organismos superiores. Si la iniciativa de desarrollar este programa proviene de la propia empresa, entonces su compromiso, en principio, ya estará asegurado.

Se considerará que el compromiso de la dirección ha sido asegurado cuando se alcancen las siguientes metas:

- Se cuenta con la aprobación de la dirección de la empresa para conformar un Comité de Producciones Más Limpias, con personal directivo y técnico de la empresa, responsable de coordinar las actividades de desarrollo del programa.
- Se ha nombrado a un directivo como responsable del Comité.
- Se han definido objetivos y metas del Programa y se han comprometido recursos humanos, financieros y otros requeridos.
- Se han comunicado y difundido los objetivos y metas del Programa y se ha estimulado la participación de los trabajadores.

Paso 2. Organizar el Comité de producción más limpia

a). Creación del Comité de Producciones Más Limpias

Se debe garantizar desde el inicio, la creación de un Comité de Producciones Más Limpias al interior de la empresa, el cual debe contar con todo el apoyo administrativo,

de forma tal que posea la capacidad de tomar decisiones que le permita gestionar las actividades de Producciones Más Limpias. Las funciones principales de este Comité serán:

- Desarrollar, coordinar y supervisar todas las actividades referentes al Programa de Producciones Más Limpias.
- Identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del Programa en la empresa.
- Difundir regularmente los resultados y éxitos del Programa de Producciones Más Limpias, a fin de conservar, a largo plazo, el apoyo y el entusiasmo de la dirección y de todo el personal de la empresa.

El Comité debe tener carácter multidisciplinario y estará conformado por personal de la empresa, bajo la conducción de un responsable con la suficiente autoridad para poder tramitar la implementación de cambios en la empresa y para cumplir las siguientes funciones:

- Coordinar las actividades del Comité.
- Actuar como enlace entre el Comité y los niveles ejecutivos y operativos de la empresa.
- Asumir la responsabilidad de asegurar el logro de los objetivos y metas del Programa y de implementar las recomendaciones de Producciones Más Limpias.

b). Creación de un equipo temporal de diagnóstico (ETD) para realizar el diagnóstico de Producciones Más Limpias

El Comité de Producciones Más Limpias deberá conformar un Equipo Temporal de Diagnóstico, el cual estará constituido por personal con carácter multidisciplinario de la empresa y, si es necesario, apoyado por consultores externos.

El Equipo Temporal de Diagnóstico debe alcanzar las siguientes metas relacionadas con la ejecución del diagnóstico de Producciones Más Limpias (estas metas deben ser incorporadas por el Comité como parte de su Programa de Producciones Más Limpias):

- Contar con un sistema de información confiable, que proporcione datos elaborados sobre los procesos y operaciones unitarias de las líneas productivas, incluyendo, entre otros, consumos diarios de materias primas,

agua, energía y otros insumos, datos de producción y de generación de desechos.

- Contar con una evaluación de las causas que originan ineficiencias en las operaciones unitarias y que provocan el desperdicio de materias primas, agua, energía y/u otros insumos, y en la generación de desechos.
- Contar con opciones de Producciones Más Limpias identificadas, que puedan ser implementadas para aumentar el rendimiento productivo de la empresa.
- Contar con una evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones de Producciones Más Limpias identificadas.
- Contar con recomendaciones de Producciones Más Limpias planteadas en base a las opciones viables seleccionadas.

El Comité deberá nombrar como responsable del Equipo Temporal de Diagnóstico a algún funcionario o especialista de la empresa con la jerarquía necesaria para asumir las siguientes funciones:

- Coordinar las actividades del diagnóstico de Producciones Más Limpias.
- Ser el portavoz, comunicador del Equipo Temporal de Diagnóstico.
- Apoyar al Comité de Producciones Más Limpias creado en la empresa.
- Participar en las reuniones del Comité de Producciones Más Limpias.
- Preparar resúmenes sobre sus actividades con observaciones pertinentes, incluyendo sugerencias técnicas y administrativas, previamente discutidas y acordadas con los miembros del Equipo Temporal de Diagnóstico.

Para alcanzar las metas del diagnóstico de Producciones Más Limpias el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Actividades preparatorias del diagnóstico de Producciones Más Limpias (ver Etapa 2).
- Análisis de operaciones unitarias críticas (ver Etapa 3).
- Estudios técnicos y económicos (ver Etapa 4).

En caso de que el Comité haya propuesto la contratación de un equipo de diagnóstico externo a la empresa, el Equipo Temporal de Diagnóstico de la misma debe necesariamente ser incorporado como parte activa del equipo de diagnóstico contratado.

El equipo de diagnóstico debe estar conformado, como mínimo, por las siguientes personas:

- Un técnico con experiencia en Dirección de Producción Más Limpias, en materia de prevención de la contaminación;
- Un técnico con experiencia en Dirección de Producción Más Limpias, en materia de eficiencia energética;
- Un técnico asignado por la empresa.

El número de técnicos por materia, así como el número de técnicos asignados por la empresa, podrá incrementarse en función al tamaño y complejidad de las operaciones productivas de la entidad. Cuando las operaciones de la empresa sean complejas, es conveniente considerar la contratación de un especialista adicional que forme parte y apoye al equipo técnico en aspectos especializados o complejos.

Rol del equipo de diagnóstico: Este equipo, sea contratado o no, debe estar preparado para apoyar al Comité. Es recomendable que el Comité invite al responsable del Equipo Temporal de Diagnóstico a sus reuniones, a fin de que éste brinde un informe resumen de sus actividades, sus observaciones sobre lo que se ha encontrado en la empresa hasta la fecha, y sus sugerencias técnicas y administrativas para el Comité. Eventualmente, el plan de implementación que resulte del diagnóstico de Producciones Más Limpias podrá ser incorporado como parte del plan de trabajo del Comité.

Paso 3. Identificar obstáculos al programa de Producciones Más Limpias y proponer soluciones

Una de las primeras actividades, tanto del Comité como del equipo de diagnóstico, es identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa en la empresa. En la Tabla 3.1 se ilustran ejemplos de obstáculos que el Comité y/o el equipo de diagnóstico pueden enfrentar al inicio de un programa de Producciones Más Limpias, así como algunas de las posibles soluciones a tales obstáculos.

Tabla 3.1 Ejemplos de obstáculos en la implementación de un programa de Producciones Más Limpias

Obstáculos	Ejemplos	Posibles soluciones
De información	Se desconocen los Beneficios de la Producciones Más Limpias.	Mostrar los beneficios de casos exitosos en otras empresas del mismo sector o de otros sectores institucionales
Resistencia al cambio	Falta de espíritu y/o práctica de trabajo en equipo.	Interesar al personal mostrándole beneficios laborales, etc.
Tecnológicos	Incapacidad para transferir y/o adecuar tecnología	Mostrar ejemplos de empresas que han realizado exitosamente procesos de transferencia de tecnologías aún cuando no sean del mismo sector
Financieros	Falta de recursos financieros y/o baja capacidad de acceso a créditos.	Estimar las pérdidas económicas ocasionadas por las deficiencias existentes. Demostrar que las inversiones en Producciones Más Limpias son atractivas debido a los cortos períodos de retorno

Elaboración: Fuente Propia

Los obstáculos que no puedan ser superados en esta etapa del programa, deben ser considerados nuevamente en las etapas de evaluación de las opciones de Producciones Más Limpias identificadas durante el diagnóstico.

Rol del equipo de diagnóstico: Es importante que el equipo de diagnóstico proporcione información objetiva, incluyendo preferiblemente estudios de caso, para respaldar las soluciones destinadas a eliminar los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa en la empresa. Sin embargo, es aconsejable que el equipo de diagnóstico proceda con discreción al plantear los obstáculos y al presentar las posibles soluciones, ya que puede desincentivarse a la Dirección de la empresa en el desarrollo del Programa de Producciones Más Limpias. No obstante, siempre que se cuente con una gerencia abierta y comprometida con el proceso de Producciones Más Limpias, esta facilitará la presentación de ideas por parte del equipo de diagnóstico.

ETAPA 2: Preparación del diagnóstico de Producción más Limpia

El objetivo de esta etapa es contar con un diagnóstico preliminar, que identifique las actividades hacia las que se van a enfocar las Etapas 3 y 4 del Programa de Producciones Más Limpias. Para la realización del diagnóstico el Equipo de Diagnóstico aplicará las técnicas que considere necesarias para recopilar la información que se requiere. Se sugiere la técnica del Cuestionario, los cuales se aplicarán tanto a directivos como a técnicos, especialistas, obreros y personal administrativo y de servicio, así como a Clientes y factores del entorno de la empresa de resultar necesario, dada la diversidad de información que se requiere. Los pasos a seguir en esta etapa son:

Paso 4. Recopilar información sobre los procesos de producción

Este paso tiene como objetivos familiarizar al equipo de diagnóstico con los procesos productivos de la empresa, recopilar la información necesaria para facilitar al equipo el trabajo de identificar y plantear opciones de Producciones Más Limpias, y almacenar dicha información en una base de datos. Para el efecto, se debe realizar las siguientes actividades:

a. Recopilar bibliografía e información general relacionadas con el tipo de industria en cuestión:

- Procesos que se utilizan en ese tipo de industria.
- Equipos involucrados en dichos procesos.
- Evaluaciones ambientales en una industria de ese tipo.

b. Recopilar información técnica de la empresa sobre sus procesos de producción:

- Producción (datos de por lo menos los últimos doce meses).
- Uso y costo de materias primas, agua, energía y otros insumos.
- Tipo, cantidad y origen de residuos, desechos y pérdidas.
- Operaciones y costo anual del tratamiento y disposición de desechos.
- Estudios de prevención de la contaminación y eficiencia energética realizados en la empresa.

c. Inspección general de la empresa para comprender las operaciones asociadas a los procesos y sus interrelaciones.

La inspección debe también incluir las facilidades asociadas a las actividades auxiliares de la empresa, tales como la administración, talleres, infraestructura y equipos utilizados para el ingreso, almacenamiento y distribución de insumos, productos intermedios y finales.

Rol del equipo de diagnóstico: El equipo de diagnóstico debe realizar este trabajo con profundidad, ya que el éxito del Programa depende, en gran medida, de los resultados que obtenga. Los aspectos más relevantes de la información deben incluirse en una base de datos, la cual se completará en mayor detalle durante el transcurso del diagnóstico.

Esta base de datos tiene importancia fundamental dentro del programa de Producciones Más Limpias, ya que sirve para definir las áreas de oportunidad hacia donde se enfocarán los recursos y esfuerzos del equipo de diagnóstico, y para controlar y evaluar los avances logrados en la implementación de las recomendaciones de Producciones Más Limpias.

Paso 5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas

Para evaluar los procesos de producción de la empresa, el equipo de diagnóstico debe llevar a cabo las siguientes actividades.

a. Dividir el proceso de producción en operaciones unitarias. Una operación unitaria es un componente de un proceso de producción, que cumple una función específica, sin la cual el proceso no podría cumplir su función global.

Para cada operación unitaria se deben identificar:

- Las entradas de cada operación unitaria (materias primas y otros insumos, incluyendo la energía disponible y utilizable).
- Las salidas de cada operación unitaria (productos, subproductos y residuos, incluyendo pérdidas; las salidas finales de un proceso no necesariamente corresponderán a las de la última operación unitaria).
- Las relaciones entradas/salidas entre operaciones unitarias.

b. Elaborar diagramas de flujo del proceso enlazando operaciones unitarias.

El diagrama de flujo es un esquema lineal gráfico, con símbolos y flechas, que muestra la secuencia de operación unitaria identificadas. El diagrama de flujo incluye datos, preferiblemente cuantitativos, sobre las entradas, salidas y pérdidas de cada operación unitaria, incluyendo sus relaciones (entradas/salidas), a fin de representar la transformación de las materias primas, energía y otros insumos, en productos, subproductos y residuos.

c. Evaluar, en forma preliminar, las entradas y salidas de las operaciones unitarias y estimar los costos derivados tanto de las ineficiencias productivas, como de la generación y tratamiento de residuos y/o la disposición final de desechos.

Esta actividad requiere información sobre:

- Cantidad y costo de insumos, incluyendo el diseño y composición del producto (entre otros datos, como el número de lotes y calendario de producción, inventarios, mantenimiento, facturas de agua, electricidad y gas, datos de descarga al alcantarillado, disposición de residuos, etc.).
- Balances de masa y energía, incluyendo registros sobre rendimientos y pérdidas.

- Obligaciones o compromisos de la empresa derivados del cumplimiento de requisitos ambientales, informes de inspección e inventarios ambientales, incluyendo informes sobre análisis de residuos.

d. Identificar las operaciones unitarias críticas.

Una operación unitaria crítica, es aquella que tiene o puede tener impactos negativos importantes, sean éstos ambientales, productivos o económicos. La información desarrollada en las actividades precedentes es fundamental para evaluar las operaciones unitarias e identificar las que sean consideradas críticas para el diagnóstico de Producciones Más Limpias.

La selección de las operaciones unitarias críticas puede basarse en la importancia relativa de los siguientes criterios:

- Cantidad y costo equivalente en insumos de los desechos sólidos, líquidos o gaseosos generados por las operaciones unitarias, incluyendo el calor contenido en los flujos de desechos. y debe mostrar un detalle cuantitativo de entradas, salidas, residuos y pérdidas.

Aquí se deberá detallar cuidadosamente por parte del “**equipo de diagnóstico**” los siguientes aspectos:

- Tipos de desechos generados por las operaciones (por ejemplo, desechos tóxicos o peligrosos).
- Costo del tratamiento o disposición de los desechos.
- Cantidad y costo de la energía consumida (electricidad, combustible, vapor, aire u otros).
- Requerimientos legales relacionados con los desechos.

Para el caso de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río” el Flujograma productivo que permite identificar todo lo anteriormente señalado se presenta en el Anexo 2 del presente informe de Tesis.

A partir del flujo productivo de la Empresa Gráfica se identifican como Operaciones Unitarias críticas las siguientes:

- Pre-impresión

- Impresión offset
- Acabado

El consumo de agua en este flujo productivo es mínimo, y la recuperación de los restos de la Tinta usada en los procesos de impresión minimiza al máximo los restos de esta que se disponen a la red de descargas de residuos líquidos en las fábricas de la empresa, por lo que en el balance de materias primas y residuales el agua y otros residuos líquidos se consideran como no significativos.

El consumo de energía se centra fundamentalmente en la energía eléctrica así como en el combustible automotor y su incidencia como generador de residuales en el proceso es poco significativo, además el aprovechamiento de ambos portadores energéticos es eficiente por lo que para el caso de la Gráfica “Impresiones del Río”, este aspecto también se puede considerar como no significativo.

Como materias primas fundamentales para el proceso se tienen el papel, la cartulina, cartón, las planchas offset y las estopas para la limpieza de los equipos, por lo que los mayores volúmenes de residuos que se originan en la empresa son sólidos y proceden de estos materiales. Los pedazos grandes de cartulina, papel y cartón se reutilizan en algunos casos y en otros se comercializan a la Industria Local, y en otros casos se disponen al Vertedero municipal como desechos al igual que los restos de estopas. Las planchas de aluminio se comercializan a través de la empresa Provincial de Recuperación de Materias Primas por lo que no constituyen desechos a disponer por la empresa.

e. Plantear, si existen, medidas obvias de Producciones Más Limpias.

En el balance de materias primas y la generación, disposición, reutilización y/o reciclado de los residuos sólidos del proceso así como en evitar el despilfarro del agua y los portadores energéticos, es donde se debe centrar el trabajo del Equipo de Diagnóstico para las propuestas de medidas de Producciones Más Limpias. Para ello es indispensable que el equipo de diagnóstico desarrolle una relación abierta y estrecha con el personal técnico de la empresa. Las actividades descritas se facilitan y enriquecen al estar acompañado de una persona de las líneas productivas que

conozca todos los detalles del proceso productivo de la misma. Entre las posibles medidas de Producciones Más Limpias a implementar se cuentan:

- Eliminar salideros de agua;
- Uso racional de los portadores energéticos
- Cumplir con los parámetros e instrucciones establecidos para el funcionamiento de equipos y actividades operativas; y
- Prevenir desvíos y mala utilización de materias primas y otros insumos.

El impacto de las medidas obvias de Producciones Más Limpias que se implementen debe cuantificarse.

Paso 6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las operaciones unitarias críticas identificadas

El enfoque del diagnóstico se refiere a la forma en la que el equipo de diagnóstico encarará el estudio detallado de las operaciones unitarias críticas, teniendo como meta la necesidad de identificar las causas que originan las deficiencias, pérdidas o generación de residuos, y por las que precisamente el equipo de diagnóstico las identificó como operaciones unitarias críticas.

Para definir el enfoque del diagnóstico, se debe tomar en cuenta:

- El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o de las ineficiencias en el uso o transformación de materias primas, agua, energía y otros insumos.
- El origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o de las ineficiencias en el manejo, envasado, almacenamiento y transporte, entre otros, de los productos.
- El origen, tipo, naturaleza, cantidad y valor de los residuos
- Costo de la disposición de los desechos que no se reutilizan o no se comercializan.
- Posibilidad de aplicar medidas efectivas de Producciones Más Limpias.

En base al enfoque definido, el equipo de diagnóstico debe preparar un plan de trabajo para ejecutar el diagnóstico para ser propuesto al Comité de Producciones Más Limpias

Al preparar el plan de trabajo mencionado, el equipo de diagnóstico debe buscar un equilibrio entre los deseos y las prioridades de la fábrica o taller; entre el presupuesto del diagnóstico y las posibilidades financieras de la empresa; y entre las experiencias y capacidades de los integrantes del equipo de diagnóstico. Asimismo, debe encarar y resolver otras posibles limitaciones que no permitan la elaboración de dicho plan en forma objetiva.

ETAPA 3: Diagnóstico (estudio detallado de las operaciones unitarias críticas)

Los objetivos de esta etapa son:

- 1) Analizar detalladamente las operaciones unitarias críticas
- 2) Desarrollar las opciones de Producciones Más Limpias

Los pasos en esta etapa serán:

- Elaborar balances de materia y energía para las operación unitaria críticas.
- Identificar causas de las ineficiencias.
- Plantear opciones de Producciones Más Limpias.
- Seleccionar las opciones de Producciones Más Limpias a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.

Paso 7. Elaborar balances de masa y energía para las operaciones unitarias críticas

Para elaborar el balance de masa y energía de las operaciones unitarias críticas el equipo de diagnóstico deberá realizar las siguientes actividades:

- Establecer la función, el mecanismo y los parámetros (tiempos, temperatura, presión, y otros según corresponda) de funcionamiento de cada operación unitaria.
- Observar, con el detenimiento necesario, el funcionamiento de la operación unitaria bajo parámetros normales de operación, para entender el mecanismo operativo de la o las máquinas asociadas a dicha operación unitaria y las responsabilidades de los trabajadores. Entrevistarse con éstos para aclarar dudas y obtener información sobre formas de operar y otros aspectos específicos.
- Medir las entradas de cada operación unitaria. La medición de materias de entrada incluyen: el consumo de materia prima, agua, energía y otros insumos.

Las mediciones de energía eléctrica se realizan en motores, resistencias o equipos que estén directamente relacionados con la operación unitaria.

- Medir las salidas de cada operación unitaria, incluyendo residuos y pérdidas cuantificables. La medición de materias de salida incluyen: la cantidad y tipo de productos y subproductos; la cantidad y características de los residuos sólidos; (incluye flujos y calidad de residuos). Combinar los datos sobre las entradas y las salidas de cada operación unitaria para obtener un balance preliminar de masa y energía. Se deberá identificar, verificar y corregir las diferencias o anomalías encontradas en cada balance, y detallar con más cuidado los balances que involucren desechos peligrosos o de alto costo.
- Determinar, por diferencia entre entradas y salidas, las pérdidas no identificadas y, por ende, no cuantificadas como parte de las salidas

El equipo de diagnóstico tiene que comprender el proceso desde diferentes puntos de vista: teórico, práctico, de la empresa, de los trabajadores, de eficiencia y de medio ambiente. La curiosidad técnica del equipo de diagnóstico será indispensable, sobre todo para detectar y medir pérdidas por el inadecuado manejo y control de parámetros operativos.

Paso 8. Identificar causas de ineficiencias en el uso de las materias primas.

Además de describir las actividades de cada operación unitaria y de cuantificar sus entradas y salidas, es necesario identificar las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes en las operaciones unitarias. Una ineficiencia típica es, por ejemplo, la pérdida de insumos, la cual puede ser cuantificada. Un flujo contaminante puede tener su origen en el desperdicio de materias primas u otros insumos, o en la pérdida de un producto intermedio o del producto final. La causa que origina el mencionado desperdicio podría ser, por ejemplo, el uso de un determinado insumo en cantidades superiores a las que se requiere para lograr el propósito deseado. Por otra parte, la diferencia de masas entre las entradas y salidas representa una pérdida de materia no cuantificada y, por ende, no detectada. La identificación de las causas que originan dichas pérdidas es una tarea que exige profundizar el estudio de los flujos de materia utilizados para obtener el correspondiente balance de materiales.

Las principales causas que pueden originar un proceso ineficiente y flujos contaminantes, normalmente están relacionadas con los siguientes factores:

- La calidad o las características de las materias primas e insumos.
- La naturaleza del proceso (y/o la de sus operaciones unitarias).
- Las características de los equipos de producción.
- Los parámetros y las condiciones de operación de los equipos.
- Las especificaciones del producto.
- Los controles y la supervisión de las operaciones.
- La habilidad y la motivación de los trabajadores.

Para facilitar la identificación de las causas que originan ineficiencias y flujos contaminantes, se procederá de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Primero, para cada operación unitaria, relacionar los flujos de salida de residuos con los flujos de los insumos de entrada, utilizando para ello los balances de masa y la cuantificación detallada de entradas y salidas.
- Segundo, salvo que sea obvio, determinar dentro de qué factor de los 7 anteriormente mencionados radicaría la causa que origina una determinada ineficiencia o flujo contaminante.
- Tercero, obtener indicadores o parámetros de operación estándar relacionados con el factor determinado.
- Cuarto, identificar causas específicas, comparando dichos indicadores con indicadores obtenidos a partir de los balances de masa (por ejemplo, calculando consumos específicos en función de los volúmenes producidos o insumos consumidos); o comparando los parámetros estándar con parámetros medidos en el proceso de la fábrica.
- Quinto, comunicar al personal de la fábrica las causas identificadas, a fin de obtener su opinión y/o aceptación.

El equipo de diagnóstico debe realizar las actividades mencionadas en permanente consulta con el personal de producción de la empresa, a fin de asegurar que las causas que se identifiquen reciban una crítica inmediata, y sean confirmadas y aceptadas por dicho personal. Más aún, el equipo de diagnóstico puede desviar su atención de las verdaderas causas que originan ineficiencias y/o flujos contaminantes

por no consultar con el personal de producción; debe recordarse que son ellos los que conocen los detalles operativos que, a menudo, no son fáciles de identificar.

Paso 9. Plantear opciones de producción Más limpia

Las causas identificadas que originan ineficiencias y flujos contaminantes constituyen la base sobre la cual pueden plantearse las opciones de Producciones Más Limpias. Para tal efecto, se recomienda seguir la siguiente secuencia que utiliza criterios priorizados en el orden de prelación en el que se listan:

- Como primera prioridad, se busca mejorar la eficiencia de cada operación unitaria mediante la optimización del uso de materias primas, agua y energía, entre otros insumos. Como parte de este mismo criterio, también se busca sustituir de ser posible, materias primas u otros insumos cuyo uso sea peligroso, ya sea para la salud de los operarios o para el medio ambiente, incluyendo, si fuere necesario, la posibilidad de reformular el producto o algunas de sus características. La aplicación de este criterio permitirá reducir costos unitarios de producción y, al mismo tiempo, minimizar la peligrosidad y cantidad de flujos contaminantes. Estos últimos aspectos, a su vez, permiten reducir los costos de operación asociados al tratamiento final de residuos.
- Como segunda prioridad, se busca reciclar, reutilizar y/o recuperar flujos de residuos, a fin de reducir pérdidas de insumos y/o productos, lo que a su vez, incide en la reducción de los costos unitarios de producción y costos de operación asociados al tratamiento final de residuos.

Debido a que las prácticas de producción más limpia no aseguran una eliminación total de los flujos de contaminantes, puede ser necesario plantear opciones de tratamiento, “al final del proceso”, para estos efluentes, aunque se debe destacar que para el caso de la Empresa Gráfica “Impresiones del río”, la implementación de un sistema de Tratamiento de Residuales no procede.

Para plantear opciones de Producciones Más Limpias, basadas en la primera prioridad, y sobre todo aquellas relacionadas con cambios operativos, de insumos, de tecnología u otros, se requiere que el equipo de diagnóstico tenga una amplia comprensión tanto del proceso en su conjunto, como de las operaciones unitarias que lo componen, incluyendo sus interrelaciones.

Esta comprensión se logra con una buena preparación del diagnóstico, investigación en el sitio, mediciones y discusión con los técnicos y los operadores. La experiencia de éstos, junto con la que se obtiene de otros procesos iguales o similares, bajo las mismas u otras condiciones o sitios, facilita el análisis, identificación y planteamiento de dichas opciones.

En apoyo a esta labor, se recomienda recurrir a información sobre implementación de medidas de Producciones Más Limpias, a partir de las siguientes fuentes:

- Estudios de caso de Producciones Más Limpias publicadas por el CIGEA del CITMA y otras y otras disponibles en revistas y bases de datos especializadas.
- Intercambio de criterios e información entre los miembros del equipo de diagnóstico y los trabajadores relacionados con la operación unitaria bajo investigación.
- Publicaciones industriales y técnicas relacionadas con la operación unitaria en cuestión.
- Fabricantes de equipos, proveedores de productos químicos y otros insumos.
- La propia experiencia del equipo de diagnóstico.
- Intercambio de experiencias con otras empresas y técnicos del sector gráfico.

Paso 10. Seleccionar las opciones a ser evaluadas en términos técnicos y económicos

Una vez planteadas las opciones de Producciones Más Limpias para mejorar la eficiencia de cada operación unitaria, el equipo de diagnóstico deberá plantear (no diseñar) las alternativas más apropiadas para su implementación, a fin de contar con información que facilite seleccionar las opciones viables y descartar aquellas cuya implementación no sea practicable.

En este sentido, a partir de todas las opciones planteadas en el paso anterior, se deben seleccionar sólo aquellas opciones cuya implementación no presenten impedimentos obvios (sobre todo en términos técnicos), de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Descartar las opciones imposibles de implementar o que, de manera obvia, se vea que no son ambientalmente adecuadas. La decisión de descartar una

opción estará basada más en aspectos de carácter cualitativo (por ejemplo, la imposibilidad de acceder a un insumo propuesto) que cuantitativo (por ejemplo, rendimientos bajos, previsible en términos termodinámicos). Salvo que sea muy obvio, es preferible dejar los aspectos cuantitativos para la evaluación técnica que se describe en la siguiente etapa.

- Para las opciones no descartadas, se debe evaluar los posibles obstáculos internos o externos que impedirían o harían no atractiva su implementación. Por ejemplo, la falta de espacio físico para implementar una determinada opción debería ser considerada, primero, como un obstáculo y, si no existiese una solución posible, recién considerarla como una imposibilidad.
- Las opciones no descartadas podrán ser evaluadas en la siguiente etapa, tanto en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) como económicos.

El equipo de diagnóstico debe ser objetivo a la hora de seleccionar las opciones de Producciones Más Limpias, ya que las decisiones que se tomen en esta selección tendrán un efecto económico y ambiental para la empresa. Por ejemplo, durante la selección de las opciones, un juicio de valor no respaldado con la información adecuada podría conducir a que una excelente opción de Producciones Más Limpias sea descartada, o se adopte una inadecuada.

Por otra parte, sería una pérdida de tiempo para el equipo de diagnóstico, si éste procede a realizar una evaluación técnica de una opción determinada, sin antes considerar soluciones viables frente a los impedimentos obvios que podrían existir para su implementación.

ETAPA 4: DIAGNÓSTICO (EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA)

En términos generales, son cinco los estudios particulares que se realizan para evaluar un proyecto: viabilidad técnica, económica, legal, organizacional y financiera.

El objetivo de esta etapa es establecer la viabilidad de las opciones de Producciones Más Limpias seleccionadas en la etapa anterior, solamente en términos técnicos (aspectos productivos y ambientales) y económicos. La evaluación de aspectos legales, organizacionales y financieros se incluirá en este caso sólo como un medio de identificar obstáculos que podrían impedir o limitar la implementación de una opción en consideración.

En el paso 11 de esta etapa, se decide el tipo de evaluación que debe realizarse para establecer la viabilidad de la opción seleccionada, antes de plantear la correspondiente recomendación de Producciones Más Limpias. En este mismo paso, se puede especificar la profundidad con la que se realizará cada tipo de evaluación en función de las características de cada opción de Producciones Más Limpias.

Los pasos 12 y 13 presentan lineamientos para realizar la evaluación técnica de una opción de Producciones Más Limpias en términos productivos y ambientales, respectivamente. Esta evaluación consiste en analizar las posibilidades materiales, físicas, químicas y condiciones operativas, tanto para satisfacer los objetivos que se persiguen con la operación unitaria en el contexto del proceso productivo global, como para satisfacer los objetivos ambientales. Las opciones de Producciones Más Limpias requieren ser técnicamente viables antes de considerar su viabilidad económica, es decir, antes de considerar su rentabilidad.

Durante la evaluación técnica, deberán realizarse pruebas prácticas que permitan asegurar o, por lo menos, inferir que las opciones propuestas mejoran la eficiencia de la operación unitaria y/o no causan efectos indeseados en algún aspecto productivo, ambiental, de salud ocupacional u otros.

Los impactos negativos previsibles, asociados a las opciones de Producciones Más Limpias seleccionadas, deben ser evaluados y minimizados para asegurar que los beneficios de estas medidas sean mayores o más importantes que los perjuicios, salvo que éstos sean inaceptables, sobre todo en términos ambientales; en cuyo caso, la opción en cuestión debe ser descartada, independientemente de los beneficios económicos que pudiese generar.

El paso 14 presenta criterios e indicadores para realizar la evaluación económica de las opciones de Producciones Más Limpias seleccionadas. El estudio de la viabilidad económica mide la rentabilidad de la inversión, medido todo en base monetaria. Esta evaluación determina, en última instancia, la aprobación o rechazo de la opción en consideración.

Finalmente, en el paso 15 de esta etapa, se señalan las actividades que se pueden desarrollar para seleccionar y presentar las opciones viables de Producciones Más Limpias.

Descripción de los Pasos del 11 al 15:

Paso 11. Definir el tipo de evaluación

El propósito de este paso es definir, para cada opción de Producciones Más Limpias seleccionada en la Etapa 3, lo siguiente:

- El tipo de evaluación (técnica y/o económica) necesaria para tomar una decisión sobre la viabilidad de la opción en consideración.
- La profundidad con la que se realizará una determinada evaluación considerada necesaria.

Por ejemplo, una opción basada en la sustitución de insumos o en la modificación o cambio tecnológico en una operación unitaria, posiblemente requiera de una evaluación técnica profunda, y de un análisis económico detallado, mientras que una opción basada en la motivación de empleados posiblemente no los necesite. Asimismo, una opción de bajo costo basada en buenas prácticas operativas, posiblemente no necesite de una evaluación económica, siendo suficiente estimar el beneficio económico y/o ambiental, así como el período de retorno de la inversión, en caso de que ésta sea algo significativa (ver paso 14).

Rol del equipo de diagnóstico: Si bien es deseable que toda opción de Producciones Más Limpias sea evaluada en términos técnicos y económicos, es importante que el equipo de diagnóstico sea objetivo al definir la profundidad y detalle requeridos para realizar una determinada evaluación.

La objetividad del equipo de diagnóstico depende en gran medida de su capacidad para discernir entre lo que es importante calcular e informar en relación con la implementación de una opción de Producciones Más Limpias, y lo que es meramente un ejercicio de cálculos que no son útiles para tomar decisiones sobre dicha implementación y/o posterior funcionamiento de la opción planteada.

Otros factores importantes que pueden influir en esta definición por parte del equipo de diagnóstico, son las prioridades de la empresa y el presupuesto asignado a la

ejecución del diagnóstico. En particular, si una opción planteada no está dentro de las prioridades de la empresa, pero a juicio del equipo de diagnóstico es una opción que puede generar beneficios importantes en términos económicos y ambientales, entonces, en este caso, es posible que se requiera realizar la evaluación técnica y económica con una profundidad mayor que la que podría normalmente ser requerida, a fin de precisar y demostrar tales beneficios.

Paso 12. Evaluación técnica – Aspectos productivos

El objetivo de esta evaluación es verificar la viabilidad técnica de implementar las modificaciones o cambios propuestos en la opción de Producciones Más Limpias, y proyectar los respectivos balances de masa. Las actividades a desarrollarse son:

a. Detallar los cambios técnicos necesarios para implementar cada opción de Producciones Más Limpias.

Este detalle de cambios técnicos incluye:

- Describir el diseño (en forma gráfica, textual y/o numérica) de los cambios propuestos, incluyendo tipo de equipos, diagramas de flujo, etc.
- Especificar la naturaleza, forma y cantidad de entradas y salidas de la operación unitaria, así como las nuevas condiciones operativas propuestas y sus posibles efectos e interrelaciones con el resto de las operaciones unitarias que componen el proceso productivo.

b. Determinar la factibilidad técnica de implementar los cambios requeridos por cada opción de Producciones Más Limpias.

La factibilidad técnica de los cambios se determina en términos de:

- La viabilidad de los fenómenos involucrados en las operaciones unitarias:
 - Naturaleza / termodinámica / rendimiento de los cambios físicos y/o de las transformaciones químicas contempladas en cada opción de Producciones Más Limpias.
 - Dimensiones / resistencia de materiales.
 - Presión / temperatura
 - Otros.
- La disponibilidad o accesibilidad a:
 - Tecnología (materiales, equipo, maquinaria).

- Materias primas / agua / energía / otros insumos.
- Espacio físico / distribución física.
- Logística / servicios.
- Otros.
 - Las condicionantes que impedirían o limitarían la viabilidad técnica del cambio propuesto:
 - Políticas / legislación vigente.
 - Sociales / organizativas / laborales.
 - Culturales.
 - Financieras.

c. Proyectar balances de masa en base a los cambios propuestos.

La proyección de los balances de masa supone rehacer los balances iniciales con los datos que se están proponiendo en las recomendaciones del diagnóstico. Deben reflejar la situación futura que se está planteando.

La parte fundamental que el equipo de diagnóstico debe encarar durante la evaluación técnica relacionada con los aspectos productivos, es la viabilidad de los fenómenos involucrados en las opciones de Producciones Más Limpias planteadas y la disponibilidad o accesibilidad a tecnología e insumos, entre otros.

La parte fundamental de este análisis no debe ser realizada en forma aislada, es decir, será aconsejable diseñar y realizar cálculos procurando proyectar los efectos que tendría la opción propuesta sobre las condicionantes antes mencionadas, así como sobre la viabilidad relacionada con los aspectos ambientales y económicos. Sin embargo, esta proyección no siempre es fácil de visualizar, razón por la cual, incluso después de finalizada la evaluación económica, el equipo de diagnóstico se verá obligado a revisar esta parte de la evaluación técnica, por más de una vez en forma cíclica.

Una de las actividades más engorrosas de la evaluación técnica para el Equipo de diagnóstico, y que consume un tiempo considerable, es la concertación con fabricantes y vendedores de materias primas y materiales, insumos y equipos para obtener información sobre especificaciones técnicas y precios. En este sentido, el

equipo de diagnóstico deberá decidir si vale la pena pedir especificaciones técnicas detalladas (normalmente como parte de una cotización), o solamente obtener información por vía telefónica y/u otro medio electrónico, pero que con frecuencia no produce resultados satisfactorios.

Sin embargo, a través de la experiencia, se puede fortalecer la comunicación con los proveedores, así como desarrollar un banco de datos, incluyendo costos, de diferentes tipos de materiales, insumos y equipos, para hacer que esta evaluación técnica sea cada vez más fácil.

Un caso particular que merece atención especial del equipo de diagnóstico es la condicionante financiera, la cual, y al margen de que la opción de Producciones Más Limpias pueda tener una alta rentabilidad, puede ser un obstáculo serio para su implementación, sobre todo cuando la empresa no dispone de recursos propios y no tiene acceso a créditos. En este caso, si la naturaleza técnica de la opción planteada requiere de una inversión cuyo monto no es accesible (por ejemplo, para adquirir un equipo o tener acceso a un servicio básico), se debe analizar la posibilidad de modificar dicha opción, a fin de viabilizarla en términos financieros antes de ser descartada.

Paso 13. Evaluación técnica – Aspectos ambientales

El objetivo de esta evaluación es cuantificar la reducción en cantidad absoluta, concentración y peligrosidad, tanto de los insumos utilizados, como de los residuos asociados a las salidas de las operaciones unitarias modificadas. Para cuantificar y presentar los resultados de dicha reducción el equipo de diagnóstico debe realizar las siguientes actividades:

- Para cada operación unitaria y, si fuera el caso, para el proceso global, comparar los balances de masa actuales (Paso 7) con los proyectados en base a las opciones de Producciones Más Limpias planteadas (Paso 12), a fin de cuantificar las reducciones mencionadas, halladas en términos de cantidades, concentraciones y peligrosidad.
- Expresar estas reducciones en términos de indicadores de desempeño relacionados con la eficiencia en el uso de materias primas, energía y/u otros insumos. Los siguientes indicadores ilustran este concepto: la reducción en el uso de insumos por unidad de producto, expresado, por ejemplo, en kg de insumo/kg producto o kWh de consumo/kg de producto; y la reducción de residuos por unidad de producto, expresado, por ejemplo, en kg de residuo/kg de producto.
- El reciclaje, reuso y/o recuperación de residuos, como tales o transformados, y para los cuales se les puede encontrar o se les encontró un uso interno o externo a la fábrica o taller, o un mercado. Para expresar las cantidades recicladas, reusadas y/o recuperadas, se pueden utilizar indicadores similares por unidad de producto.

Las opciones ambientalmente viables pueden ser calificadas como técnicamente viables y pueden pasar a ser evaluadas en términos económicos. Aquellas opciones con impactos ambientales previstos como desfavorables, deben ser descartadas.

Rol del equipo de diagnóstico: Es importante que el equipo de diagnóstico documente la información procesada sobre los beneficios ambientales proyectados a partir de las opciones de Producciones Más Limpias en evaluación. Asimismo, es importante que el equipo de diagnóstico elija indicadores de desempeño apropiados,

a fin de que éstos puedan ser útiles para hacer el seguimiento a las opciones implementadas y para realizar comparaciones futuras. Esta información es útil no solo para la empresa si no también para la dirección de medio ambiente tanto de la provincia como de la Unión Gráfica.

Paso 14. Evaluación económica

El objetivo de esta evaluación será determinar la factibilidad económica de las opciones de Producciones Más Limpias calificadas en el paso anterior como técnicamente viables.

A fin de facilitar la evaluación económica, se requiere establecer ciertos criterios económicos que permitirán analizar el beneficio económico que se obtendría de la inversión destinada a implementar las opciones de Producciones Más Limpias. Los criterios económicos mencionados, pueden establecerse en base a la aplicación de cuatro conceptos financieros.

Sin embargo, existen dos criterios sencillos que son adicionales a los criterios más sofisticados, y que son de uso frecuente en la evaluación económica de las opciones de Producciones Más Limpias técnicamente viables.

- Período de recuperación **(PR)** de la inversión
- Rentabilidad de la inversión **(RI)**

a) Período de recuperación (PR) de la inversión.

Este concepto financiero se define como el número de períodos de tiempo **(PR)** que se requeriría para recuperar la inversión inicial **(I_o)**, asumiendo que en cada período se recupera un mismo monto de dinero, que es igual al valor del flujo de caja **(FC)** estimado para el primer período.

Por lo tanto, el período de recuperación **(PR)** se expresa en términos de la inversión inicial **I_o** y del flujo de caja **FC** mediante la siguiente ecuación:

$$PR = \frac{I_o}{FC} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

El flujo de caja (**FC**) para un período cualquiera (normalmente, cada período es de un año), se define como el ingreso neto obtenido en ese período. El ingreso neto se calcula por diferencia entre el ingreso bruto y el correspondiente costo imputado a las operaciones productivas durante dicho periodo.

Para propósitos de la presente guía, el concepto de flujo de caja (**FC**) se expresa también en términos del ingreso neto, pero solamente de aquél que se deriva de la implementación de opciones de Producciones Más Limpias, y no en términos del ingreso neto total de las operaciones globales de producción de la empresa. El Flujo de Caja de una opción de Producciones Más Limpias está determinado, tanto por el ingreso bruto, como por el ahorro neto, generados, ambos, por su aplicación. En este contexto, se definen los siguientes términos:

Y: Ingreso bruto estimado para el primer periodo (solo para la opción de Producciones Más Limpias en evaluación).

AN: Ahorro neto estimado para el primer periodo (solo para la opción de Producciones Más Limpias en evaluación).

Por lo tanto, el flujo de caja, **FC**, se define como el ingreso neto del primer período y está dado por la suma del ingreso bruto y el ahorro neto calculados para ese período:

$$\mathbf{FC = Y + AN} \quad \mathbf{(Ec. 3.2)}$$

El Ahorro neto no es más que la diferencia entre el ahorro bruto obtenido menos los costos operativos adicionales que pudieran existir con la aplicación de la opción de Producciones Más Limpias:

A: Ahorro bruto estimado para el primer período, (solo para la opción de Producciones Más Limpias en evaluación).

C: Costo operativo, para ese mismo período (solo para las operaciones asociadas a la opción de Producciones Más Limpias en evaluación).

$$\mathbf{AN = A - C} \quad \mathbf{(Ec. 3.3)}$$

Reemplazando (3.3) en (3.2), se obtiene que:

$$\mathbf{FC = Y + A - C} \quad \mathbf{(4) \quad (Ec. 3.4)}$$

Cabe hacer notar que al momento de evaluar las opciones de Producciones Más Limpias, normalmente no se dispone de información sobre las condiciones de financiamiento para implementar la opción. Por esta razón, para el cálculo del **FC** no se tomará en cuenta el costo del capital de inversión y, para el cálculo del **PR**, no se tomará en cuenta el valor del dinero en el tiempo porque no se dispone de una tasa de descuento.

Reemplazando **FC** en la ecuación de **PR**, se obtiene que:

$$\mathbf{PR = I_0/FC \text{ (Ec. 3.5)}}$$

Las unidades de **PR** están dadas en períodos de tiempo, debido a que se expresa en unidades de dinero y **FC** se expresa en unidades de dinero / período de tiempo.

En base al concepto del período de recuperación (**PR**), se establecerá el siguiente criterio para evaluar las opciones de Producciones Más Limpias en términos económicos para el caso de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”:

Si **PR** ≤ 3 años, la inversión es muy atractiva en términos económicos

Si **PR** > 3 y ≤ 8 años, la inversión es aceptable en términos económicos

Si **PR** ≥ 8 años, la inversión no es atractiva en términos económicos

b) Rentabilidad de la inversión (RI).

Este concepto financiero se define como el porcentaje que representa el **FC** del primer período respecto al monto de la inversión y se expresa en términos de un porcentaje de rentabilidad por período (normalmente anual). Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{RI = FC \text{ del primer período} / I_0 \text{ (Ec. 3.6)}}$$

Donde el flujo de caja (**FC**) de dicho período está asociado exclusivamente al funcionamiento de la opción de Producciones Más Limpias implementada; y está dado por la ecuación (3.4). Por lo tanto:

$$\mathbf{RI = \frac{Y + A - C}{I_0} \times 100 \text{ (Ec. 3.7)}}$$

Las unidades de RI se expresan en [% / período de tiempo], debido a que las unidades del **FC** se expresan en [dinero / período de tiempo], y las de en [dinero].

Con base en el concepto financiero de rentabilidad de la inversión (RI), se establece el siguiente criterio para evaluar las opciones de Producciones Más Limpias en términos económicos:

Si **RI** \geq 33% anual, la inversión es muy atractiva en términos económicos

Si **RI** \geq 12 y $<$ 33% anual, la inversión es aceptable en términos económicos

Si **RI** $<$ 12% anual, la inversión no es atractiva en términos económicos

Rol del equipo de diagnóstico: Es importante que el equipo de diagnóstico tome en cuenta los siguientes aspectos relacionados con la evaluación económica de las opciones de Producciones Más Limpias:

- Un primer aspecto, está relacionado con la elección del criterio apropiado para evaluar las opciones de Producciones Más Limpias en términos económicos. Por ejemplo, para pequeñas inversiones (como aquellas relacionadas con buenas prácticas operativas) e, incluso, en la mayoría de los casos donde se requieren medianas inversiones (como aquellas relacionadas con la adaptación y/o modificación de la actual tecnología en uso), es más que suficiente que el equipo de diagnóstico utilice los criterios basados en el período simple de retorno (**PR**) y en el de rentabilidad de la inversión (**RI**). Para inversiones relativamente grandes, es posible que el equipo de diagnóstico tenga que utilizar criterios de evaluación más sofisticados
- Un segundo aspecto, tiene que ver con la utilización, por parte del equipo de diagnóstico, de toda la información técnica disponible para estimar, por una parte, el monto de la inversión inicial requerida, y, por otra, el flujo de caja (**FC**) proyectado para el primer período de funcionamiento de la opción de Producciones Más Limpias (normalmente un año). Para realizar la evaluación económica, se requiere contar con información sistematizada, expresada en términos monetarios, elaborada en base a la información que proviene de los pasos y etapas anteriores. Toda información técnica distorsionada, incompleta, errónea y/o mal utilizada, dará lugar, no sólo a que el equipo de diagnóstico plantee opciones económicas de Producciones Más Limpias equivocadas, sino también, al descrédito de todos sus planteamientos en general. En este sentido, es importante que el equipo de diagnóstico realice sus planteamientos

y utilice dicha información en coordinación directa con el jefe de producción y/o con el personal responsable de una determinada operación unitaria, incluyendo el personal administrativo que proporcionó toda o parte de la información económica y financiera.

- Un tercer aspecto, corresponde a la habilidad del equipo de diagnóstico para proporcionar a la empresa información técnica y económica confiable para propósitos diversos. Por ejemplo, es importante que la empresa pueda tomar decisiones en base a una evaluación económica propia, utilizando la información técnica proporcionada por el equipo de diagnóstico. Esta disponibilidad de información confiable, abre incluso la posibilidad de que una empresa, en caso de tener objetivos ambientales prioritarios o ineludibles, utilice otros posibles criterios, y no necesariamente el económico, al momento de tomar la decisión de implementar una opción de Producciones Más Limpias.

Paso 15. Selección y presentación de las opciones de Producción Más Limpia factibles

Después de concluir el estudio de factibilidad, el equipo de diagnóstico deberá realizar las siguientes actividades:

- Organizar las opciones de Producciones Más Limpias factibles en orden de prioridad, según los resultados obtenidos en las evaluaciones técnicas (productivas y ambientales) y económicas.
- Realizar una selección final de las opciones de Producciones Más Limpias factibles, en base a un orden de prioridad. Para tal efecto, se debe aplicar un procedimiento basado en criterios de prioridad, los cuales están constituidos por los propios criterios utilizados en la evaluación económica, junto con otros que surgen de las necesidades manifiestas de la empresa, y que pueden, incluso, hacer que aspectos operativos y ambientales se antepongan a los económicos en términos de prioridad.
- Una vez realizada la selección final de las opciones de Producciones Más Limpias, éstas deben ser expresadas en forma de recomendaciones, señalando en forma clara, concisa, exacta y precisa las medidas específicas a ser implementadas por la empresa, la información básica que respalda las medidas propuestas, los beneficios económicos y ambientales que se derivarán de la implementación de tales medidas y los cálculos necesarios que

justifican lo expuesto. Las medidas recomendadas deben ser presentadas en un informe de resultados del diagnóstico de Producciones Más Limpias, en el cual se incluyan indicadores productivos y de desempeño ambiental, entre otros.

Rol del equipo de diagnóstico: La presentación del informe de diagnóstico de Producciones Más Limpias constituye la última actividad que realiza el equipo de diagnóstico, salvo que la empresa acuerde con dicho equipo que éste debe continuar colaborando con su Comité de Producciones Más Limpias en la implementación de las recomendaciones, así como en el seguimiento y evaluación final de las recomendaciones implementadas (ver Etapa 5).

ETAPA 5: IMPLEMENTACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN FINAL

Los objetivos de esta etapa son:

- hacer efectivo el programa de Producciones Más Limpias;
- verificar sus resultados; y
- promover la continuidad del programa.

Con la entrega del informe de diagnóstico, el manejo de las actividades del programa de Producciones Más Limpias se transferirá del equipo de diagnóstico al Comité de Producciones Más Limpias de la empresa. El Comité de Producciones Más Limpias de la empresa asumirá la responsabilidad de ejecutar los siguientes pasos:

Paso 16. Establecer metas y preparar un plan de acción

Las actividades a desarrollar por el comité de Producciones Más Limpias son:

- **Establecer metas específicas para implementar las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas.**

Las bases para establecer las metas son:

- Los resultados del diagnóstico.
- Los estándares internos de productividad y eficiencia. Estos indicadores, entre otros, pueden ser por ejemplo: Kg. cartón, papel o cartulina / Kg. de producto terminado., Kwh. / Kg. producto terminado

- La información histórica sobre las tendencias de generación de desechos o de consumo de materias y energía en los procesos de la empresa. Por ejemplo, kg residuos de papel / millar de modelos producidos.

- Los estándares externos referenciales de eficiencia relacionados con los procesos productivos de otras empresas del sector gráfico tanto nacional como internacional.

Es producible que las metas tengan, por lo menos, las siguientes características:

- Deben formularse de manera que sean alcanzables, pero sin sacrificar la eficacia de las mismas.

- Deben ser definidas en el tiempo (con fechas de inicio y fin).

- Deben ser mensurables; los indicadores deben permitir evaluar el avance del programa.

- **Elaborar el Plan de Acción.** Este plan debe incluir, para cada medida de Producciones Más Limpias recomendada, las metas y sus actividades programadas, los responsables de llevarlas a cabo y el presupuesto asignado. Más aún, el plan debe definir metas, actividades y responsables para realizar el seguimiento y la evaluación final de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas, incluyendo previsiones de presupuesto para este fin.

Rol del Comité de Producciones Más Limpias: Durante la elaboración del plan de acción, es importante que los Jefes de Producción de la empresa, fábricas y talleres estimulen la participación del personal operativo, no sólo para que éste se interiorice de las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas, sino también como una forma de lograr su compromiso y de que se tome conciencia de los beneficios que conllevan dichas medidas para el futuro de la planta.

Paso 17. Implementar las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas

En base al plan de acción, el Comité de Producciones Más Limpias debe desarrollar las siguientes actividades prioritarias:

- Designar y/o contratar personal responsable de preparar un plan detallado para implementar las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas. Este plan puede incluir, entre otros, la forma específica de implementar medidas sencillas de ahorro de agua y de energía; la selección de equipos; el diseño de modificaciones de las instalaciones; la planificación del presupuesto aprobado para las inversiones requeridas; la previsión y acciones respectivas en relación

al posible paro temporal de la línea de producción; el personal responsable de la instalación, la mano de obra involucrada; y otros.

- Ejecutar el programa de implementación de las medidas de Producciones Más Limpias, incluyendo pruebas preliminares. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas deben registrarse y evaluarse y, en base a ello, modificar y optimizar las operaciones unitarias vinculadas.
- Capacitar personal operativo.
- Poner en marcha la opción de Producciones Más Limpias implementada.

Rol del Comité de Producciones Más Limpias: Durante la ejecución del programa de implementación de las medidas de Producciones Más Limpias recomendadas, el Comité de Producciones Más Limpias debe aplicar controles efectivos para asegurar el logro de las metas preestablecidas en el plan de acción. Con relación al equipo de diagnóstico, éste queda disponible para brindar aclaraciones y consejos al Comité de Producciones Más Limpias de la empresa, sólo en lo que concierne a los resultados del diagnóstico.

Paso 18. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las medidas implementadas

El objetivo de este paso es comprobar, al cabo de un tiempo preestablecido en el plan de acción, los beneficios que proporciona cada una de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas.

Las actividades que el Comité debe realizar para el efecto, son:

- Usar indicadores útiles y sencillos para evaluar los resultados de la implementación del programa de Producciones Más Limpias. Algunos ejemplos de indicadores útiles y sencillos, son:
 - Porcentaje de reducción del consumo de materias primas, agua y/o energía, entre otros insumos, respecto a consumos históricos de la planta; y también, pueden expresarse en términos de la cantidad de materia y energía reducidas por unidad de producto.
 - Porcentajes de reducción en la generación de residuos respecto a las cantidades de desecho históricos; y también pueden expresarse en términos de la cantidad de desechos que fue reducida por año o por unidad de producto.

- Identificar y evaluar el posible efecto de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas sobre las operaciones unitarias vinculadas, a través de consultas con los trabajadores, encargados de producción, calidad, ventas, etc.
- Elevar informes periódicos a la dirección de la Empresa y, de ésta, a los empleados.

Rol del Comité de Producciones Más Limpias: Es aconsejable que el Comité de Producciones Más Limpias designe y/o contrate personal independiente para la evaluación final de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas, estableciendo términos de referencia basados en los indicadores utilizados para definir la eficiencia de las operaciones y la reducción de desechos. Asimismo, y como parte de los términos de referencia, es aconsejable que se definan los métodos a ser utilizados en las mediciones.

Con relación al equipo de diagnóstico, éste normalmente no tiene un rol directo en el seguimiento y evaluación final de las opciones de Producciones Más Limpias implementadas, salvo que se haya establecido un contrato independiente con la planta para este fin.

Sin embargo, al igual que en el anterior paso, el equipo de diagnóstico queda disponible para aclaraciones y consejos a la planta, sólo en lo que concierne a los resultados del diagnóstico, y siempre y cuando, éstos no requieran de una carga significativa de trabajo.

Paso 19. Asegurar la continuidad del programa de producción más limpia

El Comité de Producciones Más Limpias debe usar los éxitos logrados en la evaluación final de las medidas de Producciones Más Limpias implementadas, para motivar y respaldar ante la gerencia de la empresa la continuidad del programa de Producciones Más Limpias en la misma.

Asimismo, para dar continuidad al programa de Producciones Más Limpias, se deben identificar problemas asociados a la implementación de las medidas recomendadas, que no hayan sido resueltos, o mejoras que pueden ser introducidas en otras áreas de la empresa. En este sentido, las actividades que pueden ser encaradas como parte de una siguiente fase del programa de Producciones Más Limpias, incluyen:

- Operaciones unitarias que no fueron evaluadas en detalle.
- Las medidas de Producciones Más Limpias implementadas que no dieron los resultados esperados.
- Otras actividades de planificación y desarrollo técnico de la empresa (mantenimiento, adquisiciones, estudios de nuevos productos, y otros), que no formaron parte del diagnóstico de Producciones Más Limpias.

Rol del Comité de Producciones Más Limpias: El Comité de Producciones Más Limpias debe considerar la posibilidad de desarrollar el programa de Producciones Más Limpias en el marco más amplio de la gestión ambiental de la empresa. Para el efecto, se recomienda que dicho comité asuma las siguientes responsabilidades:

- Motivar a la Gerencia General de la empresa a crear un sistema de gestión ambiental (SGA) como parte del sistema global de gestión de la empresa, a fin de ampliar el alcance del programa de Producciones Más Limpias y permitir su mejora continua.

El Comité de Producciones Más Limpias puede asumir la responsabilidad de coordinar el desarrollo del SGA y de administrarlo.

3.3 Validación de la Metodología para desarrollar un Programa de Producción más Limpia en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”

La validación de la propuesta de metodología presentada en el epígrafe anterior se realiza mediante la aplicación del método de evaluación a través del Criterio de Expertos. (Lissabet, 1998). La técnica utilizada para evaluar fue la de comparación por pares, la cual consta de los siguientes pasos:

1.- Definición del objetivo.

"Valorar la propuesta de Metodología para desarrollar un Programa de Producción más Limpia en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”, elaborada para contribuir al desarrollo integral de la empresa, a partir del incremento de la eficiencia del proceso de gestión de los residuos que se espera alcanzar con su aplicación en la práctica empresarial."

2.- Selección de los expertos.

En este paso se utiliza el coeficiente de competencia k , mediante la cual la persona, responde a un cuestionario (**Anexo 3**), que tiene dos partes, la primera recoge datos generales, desde el punto de vista profesional, y la segunda, le facilita valorar sus competencias y las fuentes que le permiten argumentar los criterios acerca del tema propuesto.

En este sentido, los principales resultados son los siguientes:

- De un total de 12 personas propuestas como posibles expertos, el 100% resultó seleccionado, esta conclusión se obtuvo después de calcular el coeficiente de competencia (K). (**Anexo 4**).
- De los encuestados el 16.7% tienen categoría científica de Doctor, el 66.6% la categoría de Master, y el restante 16.7% de Ingenieros.

Los mismos proceden de la Universidad de Pinar del Río (1), de la AMA del CITMA (3), de la Unión Integración Poligráfica (6) y de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río” (2).

3.- Recopilación de la información.

Se elabora un documento que se envía a los 12 expertos, el cual contiene la descripción de la propuesta de metodología para desarrollar un Programa de Producciones Más Limpias que sirve de base para dar respuesta al cuestionario que se anexa, el cual brinda la información necesaria, para cumplir el objetivo propuesto **(Anexo 5)**.

4.- Procesamiento de la información.

El método de experto que se utiliza es el de comparación por pares, el cual hace uso de las frecuencias absolutas y relativas, que se obtienen de las opiniones de los expertos consultados, para obtener los puntos de corte, éstos se utilizan en la determinación de la categoría evaluativa que se le otorga a cada paso de la propuesta de metodología para elaborar un Programa de Producciones Más Limpias, según los criterios o fases a evaluar, (Importancia, factibilidad y adaptabilidad) **(Anexo 5)**.

En cuanto a las preguntas, que dan la posibilidad de nuevas sugerencias, a partir de las consideraciones de los expertos, se aplicó el cálculo de la frecuencia relativa, para el análisis de las respuestas.

5. Análisis de los resultados.

El criterio que corresponde a la **importancia** de los diferentes pasos de la propuesta de sistema se obvia del procesamiento de los resultados, ya que no existen mayores discrepancias en las opiniones de los expertos, al ser evaluadas en la categoría de alta casi todos los pasos a excepción de un experto que evaluó los pasos 4, 6, 7, 9 10 y 11 con la categoría de medio y dos expertos que evaluaron el paso 17 con la misma evaluación de media.

En cuanto a la **factibilidad y adaptabilidad** de los pasos se obtuvo una valoración similar que para el caso anterior, lo cual permite concluir que la propuesta de Metodología para desarrollar un Programa de Producciones Más Limpias propuesta, es válida, desde el punto de vista empírico. **(Anexo 6)**. La valoración una vez determinados los puntos de corte **(Anexo 7)** arroja los siguientes resultados:

Factibilidad: Alta (0,88), y una **Adaptabilidad** también valorada de Alta (0,86)

Respecto a las preguntas que aparecen en el cuestionario de validación (**Anexo 5**), existe una opinión generalizada por parte de los expertos, en cuanto a que en la propuesta de Metodología para desarrollar un Programa de Producciones Más Limpias presentada:

- No se debe eliminar ninguno de los pasos propuestos, ni incluir ningún otro paso.
- No realizar otras sugerencias sobre la calidad de la Metodología, pues se considera la misma adecuada para la empresa estudiada.

Para el caso de la presente investigación, no constituye objetivo de la misma implementar la Metodología en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”, solamente se le realizan a la referida entidad una serie de recomendaciones con vistas a crear las condiciones requeridas para lograr la implementación de este resultado en la misma, eliminando los aspectos que puedan frenar o entorpecer este proceso.

Para ello la empresa deberá garantizar lo siguiente:

- Crear todas las estructuras requeridas para la adecuada implementación, control y mejoramiento de la Metodología propuesta.
- Identificar y establecer adecuadamente los Objetivos estratégicos para la
- Gestión medioambiental en la empresa
- Integrar el proceso de Producciones Más Limpias como un sistema interactivo dentro de la Estrategia integral de la empresa.
- Asimilar el concepto de que “La innovación es una inversión a mediano o largo plazo” y contemplarla por consiguiente en los planes económicos de la empresa, para así poder asimilar la implementación de un Sistema de Producciones Más Limpias como una herramienta de trabajo que incidirá en el desarrollo sostenible de la entidad.

Preparar adecuadamente a sus recursos humanos de forma tal que puedan enfrentar este y otros procesos dirigidos al desarrollo integral de la Empresa.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

A partir de los resultados de la presente investigación se arriban a las siguientes conclusiones:

1. La gestión de la Producción mas Limpia, es un proceso dirigido fundamentalmente a la elevación del desempeño ambiental y económico del sector empresarial en la actualidad.
2. A partir de los resultados del diagnostico de la gestión de residuos y de la consulta de documentos rectores de la empresa estudiada, se determinó la existencia de un grupo de factores que limitan la implementación eficiente del proceso de gestión de la Producción mas Limpia, como una herramienta para el incremento de la eficiencia empresarial en la Gráfica "Impresiones del Río".
3. Se propone una Metodología para el desarrollo de un Programa de Producción mas Limpias para la Empresa Gráfica Impresiones del Río, con el objetivo de incrementar su eficiencia y reducir su efecto contaminador al medio.
4. La validación de la metodología para desarrollar un Programa de Producción mas Limpias, a partir del método del Criterio de expertos, arrojó que mayoritariamente los mismos coinciden en señalar que la Metodología propuesta es coherente y cuenta con los pasos adecuados para cumplir con su objetivo y resulta factible aplicar a la empresa estudiada.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Analizar e implementar por parte de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”, la Metodología para el desarrollo de un Programa de Producciones mas Limpias, como vía para incrementar el valor agregado de sus producciones y su reconocimiento ambiental.
2. Elaborar e implementar por parte de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río” un plan de acciones específicas para la solución de los problemas presentes, que frenan la materialización eficiente del proceso de Gestión de los residuales y la implementación de las tecnologías para Producciones Más Limpias, como herramienta dirigida a la eficiencia empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Ashton, W; Luque, A; Ehrenfeld. J. R; “Best Practices in Cleaner Production promotion and implementation for smaller Enterprises”. World Bank. 2000. Oxford University Press: New York, NY. <http://www.worldbank.org/research/greening>

Cárdenas, Viveiro. M: Las tendencias del momento en las industrias papelera y gráfica del Brasil: Revista de las Artes Gráficas. Volumen 44. Edición 1. Enero – Febrero, 2010. ISSN1048-8219. Impreso en Colombia. www.artesgraficas.com

Castillo, J., Rodríguez, D., Rivera, A. M., Zamorano, G., Acuña, H:
“Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile”, Ministerio de Economía, 2000/Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual.
<http://www.redpml.cu>

Castillo, L. (2004): Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del Medio Ambiente en instituciones turísticas ubicadas en ecosistemas costeros, pp. 6-16.

Catálogo Europeo de Residuos, Orden MAM/304/2002: “Tecnologías Limpias en la Industria Gráfica”: Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual.
<http://www.redpml.cu>

Centro de Promoción de Tecnologías sostenibles (CPTS): “Guía Técnica General de Producción Limpia”. Bolivia. Julio, 2005. Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>

Centro Mexicano para la Producción más Limpias: “Galvanoplastia. Producciones Más Limpias en el Sector de Galvanoplastia”. México. Primera edición: 1997. ISBN: 970-18-0848-7 (obra general)

Clean Technologies in U.S. Industries: Focus on Food Processing. (2003)
<http://www.p2pays.org/ref/09/08853.htm>

Cleaner Production Global Status Report, 2002: Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>

Colectivo de Autores: “El imperativo de las prácticas sostenibles en la manufactura del papel. Revistas de las Artes Gráficas. Volumen 44. Edición 2. Marzo – Abril. 2010. ISSN1048-8219. Impreso en Colombia. www.artesgraficas.com

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CNMA) –REGION METROPOLITANA : “Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Industria Gráfica”. Chile, Agosto de 1999. Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>

Fernández, Concepción. R, R: “Tecnología e Innovación”. Folleto Docente. Universidad de Pinar del Río. Julio, 2008

Fundación MAPFRE, (1994): Manual de Contaminación Ambiental, Ed. Mapfre, S.A., Madrid.

Fundación Terra (2006): artículo en Internet.

<http://www.terra.org/html/s/producto/vida/magatzem/sprv0004i.html>

GTZ, (2004): Guía para la gestión de sustancias químicas, Bonn.

Guía de Producciones Limpias del Perú. Parte 02, (2002). Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>

Hagler, B: (1999): Environmental Management Audit for a hotel. Prepared for USAID under contract No. LAG-I-00-98-00005-00, TaskOrder no. 807. Virginia, USA.

Harvey, Sánchez. M., "Producción Limpia y Diseño de Productos": Revista Universidad Eafit. Abril - Mayo - Junio 1999/ Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca

Hoyt. E., "Iniciativa para Tecnología Limpia (CTI)": Econergy International Corporation. Madrid, 18 de septiembre del 2000

Instituto Nacional de Ecología (INE), Secretaría de Medio Ambiente, (1999): Recursos naturales y Pesca, Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos, México D.F.

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología Microbiología (INHEM), (1992): Contaminación del aire y salud, no. 2, Serie Salud Ambiental, Ed. Ciencias Médicas, La Habana.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI): "Divulgación Temática Ambiental No. 4: Tecnologías Limpias". pdf: Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>

Jaramillo, Bustos. D, M., Pozo, Olmedo. K, R: "Diseño de un Sistema de Producción más Limpia para la Empresa Lácteos de Honduras Sociedad Anónima (LACTHOSA)" Tesis de Diploma. Zamorano, Honduras. Diciembre, 2006

Kingham. F., "Clean up and comply - cleaner production as a legal risk management Strategy".pdf: (2000). Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>

Lissabet, Rivero, J.: Utilización del método de evaluación de expertos en la valoración de los resultados de las investigaciones educativas. 1998 [Consultado en Abril de 2010]; Disponible en: www.ilustrados.com.

Manual de energía para consultores de PML .Nicaragua. (2006)

Martínez, J. et al. (2005): Guía para la gestión integral de residuos peligrosos, Montevideo, Uruguay.

Metcalf and Eddy, Inc (1995): Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización, Mc Graw Hill Book Co. 3era Edición. New York.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1998). "Elementos metodológicos para la introducción de practicas de producción mas limpia. Alternativas para el aprovechamiento económico de residuales. La Habana. Junio, 1998

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, (2002): Tabloide: Protección Ambiental y Producción Más Limpia. Parte 2. p+l@ama.cu).

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, (2005): Estrategia Ambiental Nacional 2005-2010, Ed. Academia, La Habana, 28 pp.

Ochoa, George. P, A: "Las Producciones Más Limpias en la Gestión Empresarial". Editorial UniversoSur, Universidad de Cienfuegos, 2007

Oficina Nacional de Estadística, (2006): Diagnóstico de la Gestión Ambiental, Dirección de Industria, Oficina Nacional de Estadísticas, La Habana, 25 pp.

Orcés, E., Paredes, C. A., Bermeo, M., Pincay, G: "Aplicación de la metodología de producción más limpia en una empresa alimenticia". Revista Tecnológica. vol.17, no.1. Junio 2004/Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual.
<http://www.redpml.cu>

PNUMA/IMA, (2002): Estrategias y políticas gubernamentales para la producción más limpia

"Producción Limpia en 2008". Registrado en <http://www.wagnerprintconsult.org/>

"Producción Limpia": FUENTE:
http://www.greenpeace.cl/html/toxicos/produccion_limpia.htm

Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual. Estrategia de regionalización de producción mas limpia en Colombia.pdf. <http://www.redpml.cu>

Rivera, A., R. Carrillo, J. S. González, S. Rodríguez y J. M. Martínez (2002): «Producción Más Limpia en Cervecería Tílima», informe técnico IIIA 503 002 03.

Rizzo, K: La manufactura "Lean": Nuevos rumbos para la gerencia en la industria gráfica. Revista Artes Gráficas. Volumen 42. Edición 5. Julio – Agosto, 2008. ISSN1048-8219. Impreso en Colombia. www.artesgraficas.com

Van Berkel. R., "Cleaner Production perspectives for the next Decade (II)": UNEP's 6th International High – level Seminar on Cleaner Production. Montreal, Canada. Octubre 16 -17, 2000

Van Berkel. R., "Cleaner Production Opportunities for Small to Medium Sized Enterprises".pdf: Waste & Recycle Convention, 5 – 6 August, 1999/Red de Producciones más limpias: Biblioteca Virtual. <http://www.redpml.cu>

Wagner, T: (1996): Contaminación, Causas y Efectos, Ediciones Gernika, México.

Wagner, R; (2007): "El futuro verde de la Industria Gráfica". Registrado en <http://greenprinters.org>. Consultado en Junio, 2010.

Yassi A, T. Kjellstrom, T. DeKok y T. Guidotti (2002): Salud Ambiental Básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México D. F.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta aplicada a los Dirigentes, Administrativos, técnicos, Trabajadores de servicio y Obreros de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”

Estimados compañeros:

El cuestionario que se le presenta forma parte del proceso para la obtención del Grado Académico de Master en Dirección del Ingeniero Carlos Alberto Moreno Linares. Se le solicita lea las preguntas detenidamente y responda con la mayor sinceridad, pues de ello depende el resultado real de esta investigación.

CUESTIONARIO

1.- ¿Conoce usted si la Empresa Gráfica en Pinar del Río tiene establecida su Política ambiental así como si cuenta con una Estrategia ambiental debidamente documentada e incluida en la Estrategia integral de la entidad?

SI _____ NO _____ NO SE _____

2.- ¿Conoce usted la legislación y las normativas ambientales vigentes y aplicables para el caso de la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”?

SI _____ NO _____ NO SE _____

3.- ¿Están debidamente identificados en la Empresa los impactos ambientales que la misma genera en su entorno?

SI _____ NO _____ NO SE _____

4.- ¿Existe un plan de acción actualizado y correctamente elaborado dirigido a la solución de los problemas ambientales existentes, con responsables y fechas de cumplimiento?

SI _____ NO _____ NO SE _____

5.- ¿Existen y se cumplen programas para un uso eficiente del agua y la energía?

SI _____ NO _____ NO SE _____

6.- ¿Existe una adecuada política de adquisición de materias primas que no afectan el medio ambiente?

SI _____ NO _____ NO SE _____

7.- ¿Se encuentran incluidos los problemas ambientales dentro del banco de problemas de la empresa?

SI _____ NO _____ NO SE _____

8.- ¿Cuáles son los principales residuales que se generan en la Empresa Gráfica "Impresiones del Río"?

_____, _____, _____,

_____, _____, _____,

9.- ¿Conoce usted el destino final que se le da a cada uno de los residuos que se generan en la empresa?

SI _____ NO _____ NO SE _____

Si los conoce, ¿Pudiera usted enumerarlos?

10.- ¿Se encuentra introducido el Concepto de Producción Más Limpia y Consumo Sustentable en la gestión ambiental de la empresa?

SI _____ NO _____ NO SE _____

11.- ¿Se introducen acciones de Producción Más Limpia, y se cuantifican los impactos generados por estas acciones en los planes de producción de la empresa?

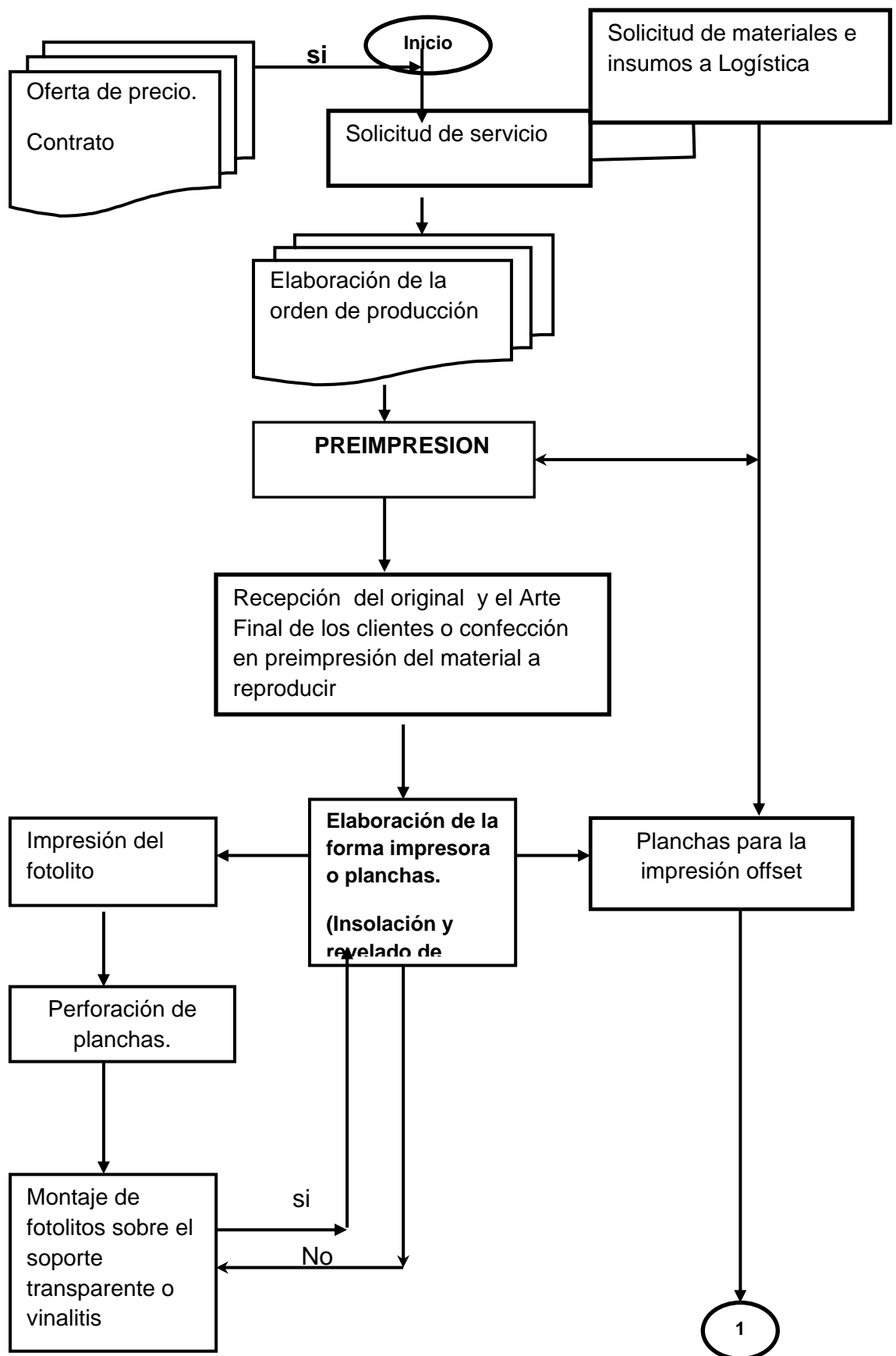
SI _____ NO _____ NO SE _____

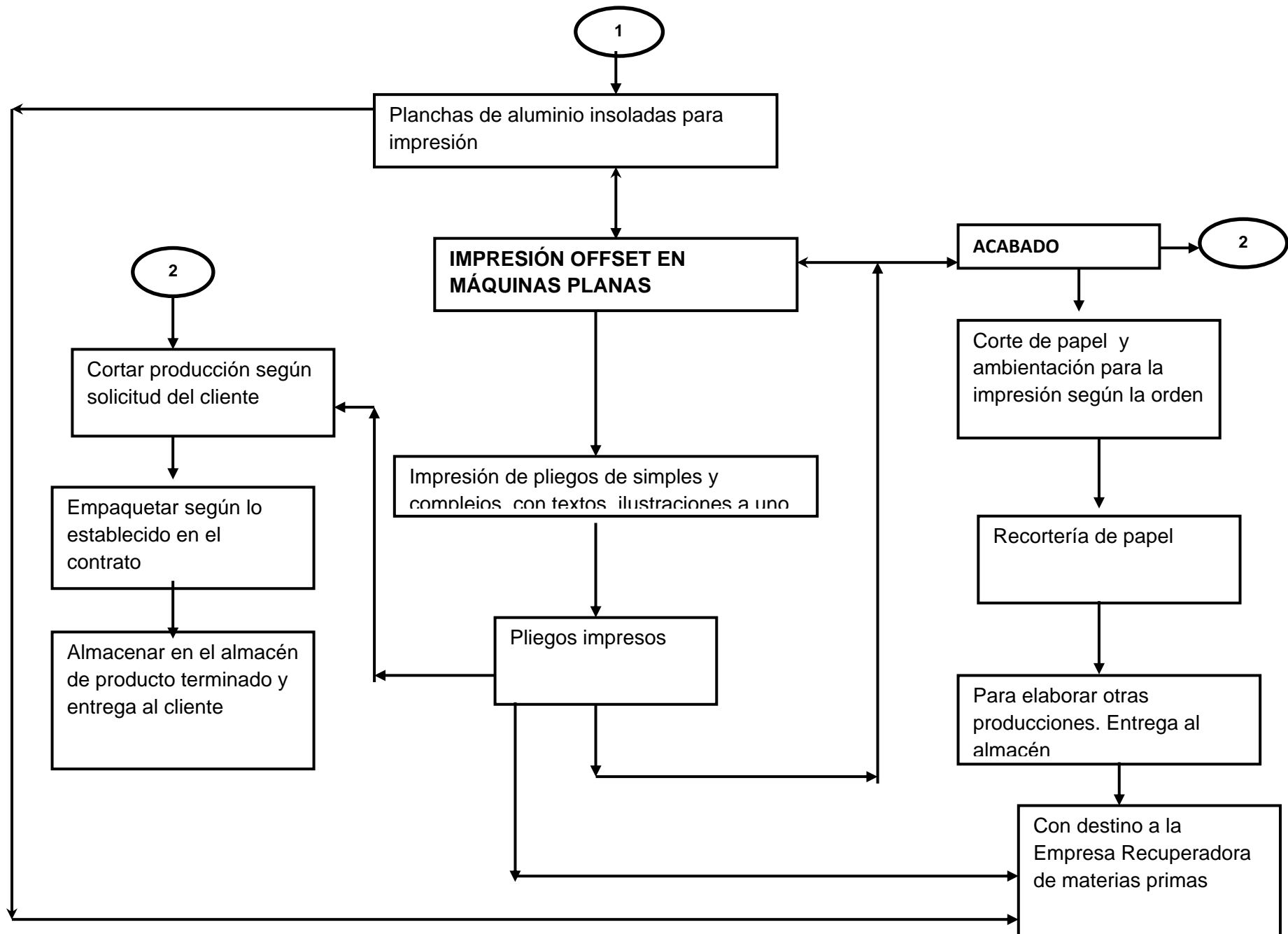
12.- ¿Recibe usted capacitación sobre la temática medioambiental en general y sobre Producciones más Limpias y reutilización de los residuos en específico?

SI _____ NO _____ NO SE _____

MUCHAS GRACIAS

ANEXO 2: FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN





ANEXO No 3: Cuestionario de autovaloración para la selección de Expertos



UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
GEDELTUR

Cómo parte de la investigación sobre el desarrollo de un Programa de Producciones más Limpias para la Empresa Gráfica “Impresiones del Río”, solicitamos su colaboración para formar parte del grupo de Expertos que validarán la eficiencia de la Metodología que se propone a tal efecto.

Si está dispuesto/aa colaborar en nuestra investigación, le estaremos inmensamente agradecidos y le solicitamos llenar la siguiente Planilla con los datos que se solicitan:

- Nombre y Apellidos:
- Grado científico:
- Grado Académico:
- Institución en que labora:
- Cargo que ocupa:
- Años de experiencia vinculados a la temática:
- Según su criterio, marque con una x, en orden creciente, el grado de conocimiento que usted tiene sobre la temática.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- Entre las fuentes que le han posibilitado enriquecer su conocimiento sobre el tema, se someten a consideración algunas de ellas, para que las evalúe en las categorías de: Alto (A), Medio (M) y Bajo (B), colocando una x.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	ALTO (A)	MEDIO (M)	BAJO (B)
1. Investigaciones teóricas y/o experimentales relacionadas con el tema			
2. Experiencia obtenida en la actividad profesional (docencia de pregrado y postgrado recibida y/o impartida o ejercicio empresarial)			
3. Análisis de la literatura especializada y publicaciones de autores nacionales.			
4. Análisis de la literatura especializada y publicaciones de autores Extranjeros.			
5. Conocimiento del estado actual de la problemática en el país y en el extranjero.			
6. Intuición			

ANEXO No 4: Resultado del procedimiento de autoevaluación de los Expertos.

E	Kc	Investigaciones Teóricas	Experiencia	Literatura nacionales	Literatura extranjeros	Conocimiento estado actual	Intuición	Ka	K	Clasificación
E 1	1.0	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1.00	1.00	Alto
E 2	0.9	0.2	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9	0.90	Alto
E 3	1.0	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1.00	1.00	Alto
E 4	1.0	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1.00	1.00	Alto
E 5	0.9	0.3	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9	0.90	Alto
E 6	1.0	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1.00	1.00	Alto
E 7	0.9	0.2	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9	0.90	Alto
E 8	1.0	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1.00	1.00	Alto
E 9	1.0	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1.00	1.00	Alto
E 10	0.9	0.3	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9	0.90	Alto
E 11	0.9	0.3	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.9	0.90	Alto
E 12	1.0	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1.00	1.00	Alto

Fuente: Elaboración propia, a partir de la autoevaluación de los Expertos.

Leyenda:

En: Experto n- ésimo.

Kc: Coeficiente de conocimiento, (resultado del producto de la autoevaluación del Experto, en una escala de 0 a10 por 0,1).

Ka: Coeficiente de argumentación (resultado de la suma de los puntos alcanzados, a partir de la asociación que se establece entre, la categoría seleccionada por el Experto y la puntuación que le corresponde en una tabla patrón preestablecida*, la cual se muestra a continuación).

K: Coeficiente de competencia ($K = \frac{1}{2} (Kc + Ka)$).

Si $0,8 < K \leq 1$ entonces hay influencia alta de todas las fuentes.

Si $0,7 \leq K \leq 0,8$ entonces hay influencia media de todas las fuentes.

Si $0,5 \leq K < 0,7$ entonces hay influencia baja de todas las fuentes.

(Continuación Anexo No 4)
Tabla de valores preestablecidos

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	ALTO (A)	MEDIO (M)	BAJO (B)
1. Investigaciones teóricas y/o experimentales relacionadas con el tema.	0.3	0.2	0.1
2.Experiencia obtenida en la actividad profesional.	0.5	0.4	0.2
3 .Análisis de la literatura especializada y publicaciones de autores nacionales.	0.05	0.05	0.05
4. Análisis de la literatura especializada y publicaciones de autores Extranjeros.	0.05	0.05	0.05
5. Conocimiento del estado actual de la problemática en el país y en el extranjero.	0.05	0.05	0.05
6. Intuición	0.05	0.05	0.05
TOTAL	1	0.8	0.5

ANEXO No 5: Cuestionario de evaluación de la propuesta de Metodología.



UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS GEDELTUR

Usted ha sido seleccionado, por su calificación científico-técnica, sus años de experiencia y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para evaluar los resultados teóricos de esta investigación, por lo que el autor le pide que ofrezca sus ideas y criterios sobre las bondades, deficiencias e insuficiencias que presenta la propuesta de Metodología para la implementación de un Sistema de Producciones más Limpias, y que proponga que pasos deben ser eliminados y cuales se deben agregar a dicha Metodología para de esta forma contribuir a su aplicación en la práctica empresarial.

La estructura de este documento es la siguiente:

TÍTULO: Propuesta de Metodología para la implementación de un Sistema de Producciones más Limpias en la Empresa Gráfica “Impresiones del Río.

OBJETIVO: Con el objetivo de lograr una gestión eficiente de sus residuos y de incrementar la eficiencia empresarial, se propone para la Empresa Gráfica “Impresiones del Río” la siguiente metodología, la cual le permitirá a la citada entidad desarrollar e implementar un Programa de Producción más Limpia.

PRINCIPALES BENEFICIOS: De la implementación de este proceso se derivarán los siguientes beneficios:

- **Beneficios económicos:** Por el uso más eficiente de materias primas, agua, energía y otros insumos en los procesos y por la reutilización y/o el reciclado de sus residuos.
- **Beneficios ambientales:** Por la eliminación de materias peligrosas, reducción de la carga de contaminantes en los efluentes de la empresa, y la disminución de los requerimientos (infraestructura, gastos de inversión y operación) para el tratamiento final y disposición de los desechos.
- **Beneficios externos:** Por ejemplo, por mejoramiento de la imagen pública de la empresa y el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

PASOS QUE INTEGRAN LA METODOLOGÍA: El método para desarrollar este Programa de PML en la Gráfica de Pinar del Río, se basa en un conjunto ordenado de actividades que se ejecutan en una secuencia de 19 pasos, los que a su vez se agrupan en las siguientes 5 etapas:

ETAPA 1: Creación de la base del Programa de PML

1. Compromiso de la Gerencia.
2. Organizar el Comité de PML.
3. Identificar obstáculos al programa y proponer soluciones.

ETAPA 2: Preparación del Diagnóstico de PML

4. Recopilar información sobre los procesos de producción.
5. Evaluar los procesos de producción e identificar las operaciones unitarias (OU) críticas.
6. Definir el enfoque del diagnóstico en base a las OU críticas identificadas.

ETAPA 3: Diagnóstico – estudio detallado de las OU críticas

7. Elaborar balances de materia y energía para las OU críticas.
8. Identificar causas de ineficiencias.
9. Plantear opciones de PML.
10. Seleccionar las opciones de PML a ser evaluadas en términos técnicos y económicos.

ETAPA 4: Diagnóstico - evaluación técnica y económica

11. Definir el tipo de evaluación.
12. Evaluación técnica: Aspectos productivos.
13. Evaluación técnica: Aspectos ambientales.
14. Evaluación económica.
15. Selección y presentación de opciones de PML factibles.

ETAPA 5: Implementación, seguimiento y evaluación final

16. Preparar un plan de acción.
17. Implementar las opciones factibles recomendadas.
18. Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las opciones implementadas.
19. Asegurar la continuidad del programa.

Cuestionario: Para la evaluación de la propuesta.

- 1) A continuación aparece una tabla, para que UD. evalúe cualitativamente en una de las cuatro categorías (**Alto**; **Medio**; **Bajo**; **Ninguna**), tomando en consideración los siguientes criterios:
 - Importancia de cada Paso dentro de la Metodología propuesta.
 - Factibilidad de la ejecución. (Posibilidades de aportar información para la toma de decisiones en el proceso de producciones más limpias).
 - Adaptabilidad de la acciones a nuevos entornos y circunstancias.

ETAPA No 4: Diagnóstico - evaluación técnica y económica												
Paso No 11: Definir el tipo de evaluación.												
Paso No 12: Evaluación técnica: Aspectos productivos.												
Paso No 13: Evaluación técnica: Aspectos ambientales.												
Paso No 14: Evaluación económica.												
Paso No 15: Selección y presentación de opciones de PML factibles.												
ETAPA No 5: Implementación, seguimiento y evaluación final												
Paso No 16: Preparar un plan de acción.												
Paso No 17: Implementar las opciones factibles recomendadas												
Paso No 18: Hacer seguimiento y evaluar los resultados de las opciones implementadas.												
Paso No 19: Asegurar la continuidad del programa.												

Leyenda: **A:** Alta; **M:** Media; **B:** Baja; **N:** Ninguna

2) ¿Considera usted eliminar alguno de los Pasos propuestos en las diversas Etapas de la Metodología que se le ha presentado?

Si _____ No _____

¿Cuál?

3) ¿Que otros Pasos usted propone que no estén contemplados en alguna de las Etapas de la Metodología propuesta?

4) Otras sugerencias que usted valore puedan enriquecer la Metodología.

ANEXO No 6: Resultados de la aplicación de la Metodología de la comparación por pares.

Tabla: Frecuencia absoluta

Pasos de la Metodología propuesta	Criterios a evaluar											
	Importancia				Factibilidad				Adaptabilidad			
	A	M	B	Ni	A	M	B	Ni	A	M	B	Ni
Paso 1	12				12				12			
Paso 2	12				12				12			
Paso 3	12				11	1			11	1		
Paso 4	11	1			11	1			11	1		
Paso 5	12				11	1			10	2		
Paso 6	11	1			12				11	1		
Paso 7	11	1			11	1			11	1		
Paso 8	12				11	1			12			
Paso 9	11	1			12				11	1		
Paso 10	11	1			11	1			11	1		
Paso 11	11	1			10	2			10	2		
Paso 12	12				12				11	1		
Paso 13	12				12				12			
Paso 14	12				11	1			12			
Paso 15	12				12				10	2		
Paso 16	12				11	1			11	1		
Paso 17	10	2			10	2			10	2		
Paso 18	12				12				11	1		
Paso 19	12				12				12			

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

Pn: Paso n-ésimo de la propuesta de procedimiento.

A: Evaluación de Alta.

M: Evaluación de Media.

B: Evaluación de Baja.

Ni: Evaluación Ninguna

ANEXO No 6 (continuación).**Tabla:** Frecuencia absoluta acumulada.

Pasos	Criterios a evaluar							
	Factibilidad				Adaptabilidad			
	A	M	B	Ni	A	M	B	Ni
Paso 1	12	12	12	12	12	12	12	12
Paso 2	12	12	12	12	12	12	12	12
Paso 3	11	11	12	12	11	11	12	12
Paso 4	11	11	12	12	11	11	12	12
Paso 5	11	11	12	12	10	10	12	12
Paso 6	12	12	12	12	11	11	12	12
Paso 7	11	11	12	12	11	11	12	12
Paso 8	11	11	12	12	12	12	12	12
Paso 9	12	12	12	12	11	11	12	12
Paso 10	11	11	12	12	11	11	12	12
Paso 11	10	10	12	12	10	10	12	12
Paso 12	12	12	12	12	11	11	12	12
Paso 13	12	12	12	12	12	12	12	12
Paso 14	11	11	12	12	12	12	12	12
Paso 15	12	12	12	12	10	10	12	12
Paso 16	11	11	12	12	11	11	12	12
Paso 17	10	10	12	12	10	10	12	12
Paso 18	12	12	12	12	11	11	12	12
Paso 19	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

Pn: Paso n-ésimo de la propuesta de procedimiento.

A: Evaluación de Alta.

M: Evaluación de Media.

B: Evaluación de Baja.

Ni: Evaluación Ninguna.

ANEXO No 7: Resultados de la aplicación de la metodología de la comparación por pares.

Tabla: Frecuencia relativa acumulada.

Pasos	Criterios a Evaluar									
	Factibilidad					Adaptabilidad				
	A	M	B	Ni	P	A	M	B	Ni	P
Paso 1	1	1			1	1	1	1	1	1
Paso 2	1	1			1	1	1	1	1	1
Paso 3	0.9473	1			0.973	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 4	0.9473	1			0.973	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 5	0.9473	1			0.973	0.8947	1	1	1	0.947
Paso 6	1	1			1	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 7	0.9473	1			0.973	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 8	0.9473	1			0.973	1	1	1	1	1
Paso 9	1	1			1	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 10	0.9473	1			0.973	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 11	0.8947	1			0.947	0.8947	1	1	1	0.947
Paso 12	1	1			1	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 13	1	1			1	1	1	1	1	1
Paso 14	0.9473	1			0.973	1	1	1	1	1
Paso 15	1	1			1	0.8947	1	1	1	0.947
Paso 16	0.9473	1			0.973	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 17	0.8947	1			0.947	0.8947	1	1	1	0.947
Paso 18	1	1			1	0.9473	1	1	1	0.973
Paso 19	1	1			1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

P: Promedio de las evaluaciones concedidas en cada paso.

ANEXO No 7: (continuación).

Tabla: Frecuencia relativa

Pasos	Criterios a Evaluar													
	Factibilidad							Adaptabilidad						
	A	M	B	Ni	VT	P	N-P	A	M	B	Ni	VT	P	N-P
Paso 1	1				1	1	- 0.71	1				1	1	- 0.75
Paso 2	1				1	1	- 0.71	1				1	1	- 0.75
Paso 3	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 4	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 5	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	0.8947	0.104			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 6	1				1	1	- 0.71	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 7	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 8	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	1				1	1	- 0.75
Paso 9	1				1	1	- 0.71	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 10	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 11	0.8947	0.104			0.9987	0.947	- 0.658	0.8947	0.104			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 12	1				1	1	- 0.71	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 13	1				1	1	- 0.71	1				1	1	- 0.75
Paso 14	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	1				1	1	- 0.75
Paso 15	1				1	1	- 0.71	0.8947	0.104			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 16	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.684	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 17	0.8947	0.104			0.9987	0.947	- 0.658	0.8947	0.104			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 18	1				1	1	- 0.71	0.9473	0.052			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 19	1				1	1	- 0.71	1				1	1	- 0.75
T					21.989							18.989		

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda: **VT:** Suma de las evaluaciones concedidas en cada paso. **P:** Promedio de las evaluaciones concedidas en cada paso. **N:** Es el cociente de la sumatoria de VT, entre el producto de la cantidad de categorías evaluativas por el número de pasos. **T:** Total

ANEXO 7 (continuación). **Tabla:** Puntos de Corte

Pasos	Criterios a Evaluar													
	Factibilidad							Adaptabilidad						
	A	M	B	Ni	VT	P	N-P	A	M	B	Ni	VT	P	N-P
Paso 1	0.92				1	1	- 0.71	0.92				1	1	- 0.75
Paso 2	0.92				1	1	- 0.71	0.92				1	1	- 0.75
Paso 3	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 4	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 5	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.78	0.5557			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 6	0.92				1	1	- 0.71	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 7	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 8	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.92				1	1	- 0.75
Paso 9	0.92				1	1	- 0.71	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 10	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 11	0.78	0.5557			0.9987	0.947	- 0.658	0.78	0.5557			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 12	0.92				1	1	- 0.71	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 13	0.92				1	1	- 0.71	0.92				1	1	- 0.75
Paso 14	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.92				1	1	- 0.75
Paso 15	0.92				1	1	- 0.71	0.78	0.5557			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 16	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.684	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 17	0.78	0.5557			0.9987	0.947	- 0.658	0.78	0.5557			0.9987	0.947	- 0.697
Paso 18	0.92				1	1	- 0.71	0.86	0.6103			0.9993	0.973	- 0.723
Paso 19	0.92				1	1	- 0.71	0.92				1	1	- 0.75
T	0.88	0.315			21.989			0.86	0.41			18.989		

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda: **PC:** Punto de corte. El cociente entre la suma de los valores correspondiente a cada categoría evaluativa entre el total de pasos.

Nota: Los valores que aparecen en las columnas, de cada uno de las categorías a evaluar (**A, M, B, Ni**), es el resultado de buscar, según los datos de las mismas en la tabla de Frecuencias relativas, el valor de Z en la distribución normal. **Factibilidad:** Alta (0.88) **Adaptabilidad:** Alta (0.86)